このドキュメントについて

このドキュメントは、アジレント・テクノロジー ウェブサイトによって、お客様に製品のサポートをご提供するために公開しております。印刷が判読し難い箇所または古い情報が含まれている場合がございますが、ご容赦いただけますようお願いいたします。
今後、新しいコピーが入手できた場合には、アジレント・テクノロジー ウェブサイトに追加して参ります。

本製品のサポートについて

この製品は、既に販売終了またはサポート終了とさせていただいている製品です。弊社サービスセンターでは、この製品の校正は実施できる可能性があります(修理部品が不要な場合など)が、その他のサポートはご提供いたしかねます。誠に恐縮ではございますが、ご理解願います。
なお、この製品に関するその他の情報や、代替製品情報などは、弊社 電子計測 ウェブサイト http://www.agilent.co.jp/find/tm にて、できるだけご提供しておりますので、ご利用ください。

訂正のお願い

本文中に「HP」または「YHP」とある語句を、「Agilent」と読み替えてください。
また、「横河・ヒューレット・パッカード株式会社」、「日本ヒューレット・パッカード株式会社」とある語句は、それぞれ、「アジレント・テクノロジー株式会社」と読み替えてください。
ヒューレット・パッカード社の電子計測、自動計測、半導体製品、ライフライフサイエンスのビジネス部門は、1999年11月に分離独立してアジレント・テクノロジー社となりました。
社名変更に伴うお客様の混乱を避けるため、製品番号の前に付されたブランドのみHPからAgilent へと変更しております。
(例: 旧製品名 HP 8648は、現在 Agilent 8648として販売いたしております。)

HP E4925A
LCR メータ
取扱説明書

HP E4925A LCR メータ
取扱説明書

SERIAL NUMBERS

本書の内容は、シリアル番号が "US1LE" で始まる製品、ま
たはファームウェア・バージョンが 1.00 の製品に適合します。
シリアル番号の詳しい情報は、付録 A の「シリアル番号について」に記載されています。

HP Part No. E4925-97020
Printed in Japan 1998 年 3 月

第 3 版

注意

日本ヒューレット・パッカード株式会社
神戸測定器事業部
〒 651-2241 兵庫県神戸市西区室谷 1-3-2

印刷履歴

出版の日付および部品番号は現在のものです。出版の日付は、最新版が発行されるたびに変更します。(増刷時における小さな修正については、出版の日付の変更は行いません。) 製品の機能変更などにより説明書が変更された場合には、HP 部品番号も変更されます。

1997年12月 .... 初版

1998年1月 第2版

1998年3月 第3版

使用上の安全について

本器を正しく安全に使用していただくため、本器の操作、保守、修理にあたっては下記の安全注意警告事項を必ずお守りください。下記の安全注意警告事項および本マニュアル中の警告の印のある事項をお守りいただけない場合、事故や本器の損傷が生じることがあります。さらに、これは本器の設計、生産、使用の基準に反することとなります。

なお、この注意に反したご使用により生じた損害については日本ヒューレット・パッカード(株)は責任と保証を負いかねます。

機器は接地してください。

AC 電源による電撃事故を防ぐために本器のシャーシ並びにキャビネットを付属のアース端子付き 3 極電源ケーブルを使用して必ず接地してください。

爆発の危険性のある場所では使用しないでください。

可燃性のガスまたは蒸気のある場所では機器を動作させないでください。電気機器をこのような場所で使用することは非常に危険です。

通電されている回路には触れないでください。

使用者が機器のカバーを取りはずすことはしないでください。部品の交換や内部調整については当社で認定した人以外は行わないでください。電源ケーブルを接続したままで、部品交換をしないでください。また、電源ケーブルを取りはずしても危険電圧が残っていることがあります。事故を避けるため、機器内部に触れる前に必ず電源を切り回路の放電を行ってください。

一人で保守、調整をしないでください。

機器内部の保守や調整を行う場合は、万一事故が起きてもただちに救助できる人がいる場所で行ってください。

部品を変更したり、機器の改造をしないでください。

新たな危険の発生を防ぐため、部品の変更や、当社指定以外の改造を本機器に対して行わないでください。修理やその他のサービスが必要な場合は、最寄りの日本ヒューレット・パッカード(株)の営業所にご連絡ください。

キャパシタにバイアス電圧を印加する場合は、以下にご注意ください。

極性を持つキャパシタにバイアス電圧を印加する場合は、印加する前にキャパシタが正しい極性で取り付けられていることを確認してください。取り付けられた極性が正しくない場合は、測定器または人体に損傷が及ぶ場合があります。HP E4925A の内蔵フィクスチャや外付けのフィクスチャには、'+'および'−'の印がつけられています。フィクスチャによっては、'+'側に赤いリード線を使用して極性を表示している場合もあります。外部バイアス電圧により充電されたキャパシタは、測定終了後必ず放電してください。40 ボルト程度のバイアス電圧を印加したキャパシタでも、不用意に放電すると人体に損傷を及ぼす場合があります。外部バイアス電圧を安全に印加する方法についての詳細は、本書のバイアスの項を参照してください。

本器に外部バイアス電源を接続する場合は、極性が正しいこととバイアス電源がフローティング型である(両極とも設置されていない)ことを確認してください。電源から供給可能な最大電流は 250mA です。

警告事項は必ずお守りください。

本書に記載されているすべての警告（下記に例を示します）は、重大事故に結びつく危険を未然に防止するためのものです。ここに記載されている指示は必ずお守りください。

警告

本機器の内部には、感電死の恐れのある危険電圧があります。テスト、調整、および取扱い時には細心の注意を払ってください。

安全上のシンボル

本機器やマニュアルで使用されている安全上のシンボルの一般定義を以下に示します。

このシンボルが機器に表示されている場合、使用者はマニュアルを参照する必要があります。

このシンボルは 交流　を示しています。

このシンボルは 直流　を示しています

このシンボルは、電源スイッチの「入」を示しています。

このシンボルは、電源スイッチの「切」を示しています。

このシンボルは、電源スイッチが「入の状態」を示しています。

このシンボルは、電源スイッチが「切の状態」を示しています。

このシンボルは、シャーシ端子を示しています。機器の外部シャーシ部と接続されている端子であることを示しています。

警告

このシンボルは 警告　を示しています。機器の取扱い方法や手順で、感電など、取扱者の生命や身体に危険がおよぶ恐れがある場合に、その危険を避けるための情報が記されています。

注意

このシンボルは 注意　を示しています。機器の取扱い方法や手順で、機器を損傷する恐れがある場合に、その損傷を避けるための情報が記されています。

注記

このシンボルは 注記　を示しています。機器の取扱い方法や手順での重要な情報が記されています。

このシンボルは、静電気により破壊されるおそれのある素子を含んでいることを示しています。静電気による部品の破壊を防止するため、静電気対策を講じた上で扱ってください。

品質の証明

当社およびヒューレット・パッカード社は、工場出荷時の本製品が、マニュアルに記載された仕様を満たしていることを保証します。さらに、本製品の校正測定法が、米国国立標準・技術研究所（United States National Institute of Standards and Technology）の校正測定標準や、同研究所で認められた校正法の拡張、他の国際標準機構メンバーの校正法に準拠したものであることを保証します。

納入後の保証について

日本ヒューレット・パッカード社の本製品は、部品不良または製造上の原因による故障について出荷日から1年間保証されています。ただし、『取扱説明書』の「仕様」に記載されている部品の中には、これ以外の保証期間を定めたものもあります。保証期間中の故障については、当社が随意に修理または交換を行います。

保証適用のサービスあるいは修理では、当社によって定められたサービス施設にお持ちいただく必要があります。購入者から当社への本製品の郵送は購入者の負担となり、返送の際は当社が負担させていただきます。しかし、海外からの郵送に関しましては、郵送料、税金など全て購入者の負担となります。

当社は、当社の設計によるソフトウェアおよびファームウェアが測定器に正確にインストールされた場合に限り、当該器上でプログラミング命令を実行することを保証いたします。当社は本器、ソフトウェア、あるいはファームウェアがエラーもなく完全に動作する保証は致しません。

保証制限

前記の保証は、購入者の不適当または不充分な保守、当社が供給していないソフトウェアあるいはインターフェースの使用、当社が認めていない改造、誤操作ミスまたは、製品の使用条件外での使用、不適当な設置場所の保守あるいは選定などによる故障の場合には適用されません。

本機器の内容に関する保証の表示または明示は行いません。本質的に、当社は特定の目的に対する適合性や商品価値などを暗示するような保証はいたしません。

責任の限定

購入者は、本機器使用時の全責任を負担するものとします。当社は、本機器を使用することによって発生する、直接、間接、特別、偶然または必然的な損害に対し、たとえその損害が発生することが知らされていても、また不法行為／合法行為を問わず、一切の責任を負いません。

サービス

日本ヒューレット・パッカード社の製品についてのご質問、定期校正および修理については、最寄りの当社セールスオフィスまたは当社指定のサービス会社にご連絡ください。当社セールスオフィスの住所は、本書の裏表紙に記載しています。

書体の規約

Bold（太字）	太字は、用語定義の場合と、強調の場合に使用します。
Italic（イタリック体）	イタリック体の部分は、英文における強調文や見出しを表しています。 また、イタリック体は、その部分にキーボードから入力する「名前」や「変数」が入ることを表すときにも使われます。例えば、「copy *filename*」は、キーボードから「copy」という単語をそのままタイプし、1つ空白をあけて「file1」のようなファイル名をタイプすることを意味します。
`Computer`	コンピュータ・フォントは、画面上のプロンプトやメッセージを表しています。
[HARDKEYS]	▢内のラベルは、本器のフロントパネル上のキーに付いているラベルを示しています。
SOFTKEYS	▒内のラベルは、本器の LCD 部の右側にあるソフトキーのメニューを示しています。

目次

5. 確度

6. リモート・プログラミング

図一覧

表一覧

1

概要

HP E4925A LCR メータは、周波数選択型のインピーダンス測定器で、13 桁を超える範囲で抵抗値、キャパシタンス、インダクタンスを測定できます。HP E4925A には、基準確度が 0.2%の 4 種類の測定周波数があります。

本器は高速マイクロ・コントローラを搭載し、これによりディスプレイ、キーパッド、RS232 インタフェース、HP-IB インタフェース、ハンドラ・インタフェースをはじめ、測定条件の設定や演算の実行が処理されます。また、機器の設定を 9 種類まで保存可能な不揮発性メモリも内蔵しています。

仕様

ディスプレイ

測定モード	Auto、R+Q、L+Q、C+D、C+R
等価回路	直列または並列
表示されるパラメータ	値、偏差、偏差率、ビン番号。偏差と偏差率は、保存している相対値から計算します。
アベレージング	2 回−10 回の測定
測定範囲	R+Q: R 0.0001 Ω〜2000 MΩ, Q 0.00001〜50
	L+Q: L 0.0001 μH〜99999 H, Q 0.00001〜50
	C+D: C 0.0001 pF〜99999 μF, D .00001〜10
	C+R: C 0.0001 pF〜99999 μF, R .00001〜99999 kΩ

測定条件

測定周波数	100 Hz、120 Hz、1 kHz、10 kHz 周波数確度±100ppm 内
ドライブ電圧	初期設定 (プリセット) レベル: 0.10 Vrms、0.25 Vrms、1.0 Vrms 微調整: 50 mV の分解能で 0.1〜1.0 Vrms
ドライブ・レベル確度	±2%
測定レート	SLOW(低速)、MEDIUM(中速)、FAST(高速):それぞれ 1 kHz 以上の測定周波数で毎秒 2 回、10 回、20 回測定 100 Hz と 120 Hz の測定周波数では毎秒約 0.6 回、2.4 回、6 回測定
範囲の調整	オートまたは手動
トリガ	連続トリガ、手動トリガ、および RS232 インタフェース、HP-IB インタフェース、ハンドラ・インタフェース経由でのリモート・トリガ
バイアス電圧	内部: 2.0 VDC ±2%
	外部: 0〜+40 VDC(ヒューズ 0.25 A)

確度

条件	最低 30 分のウォームアップ、23°C ± 5°C
基本確度	0.20% 確度の仕様については、確度の項を参照してください。 下記の表は、代表的な使用例における確度をまとめたものです。

確度	
1%以下	0.143 Ω < R < 14 MΩ 2.9 μH < L < 22 kH 1.43 pF < C < 11.2 mF
5%以下	21 mΩ < R < 94 MΩ 426 nH < L < 150 kH 0.21 pF < C < 75 mF

上記の確度仕様には、以下の条件が適用されています。

1. 出力電圧: 1.0 V、0.5 V、または 0.25 V
2. 測定速度: SLOW または MEDIUM
3. R および C に対して、Q および D < 0.1
4. L に対して、Q > 10
5. R に対する測定周波数: 100 Hz、120 Hz、1 kHz
6. Lmax および Cmax に対する測定周波数: 100 Hz
7. Lmin および Cmin に対する測定周波数: 10 kHz

特徴

フィクスチャ	ラジアル部品用の 4 線式のケルビン・フィクスチャと、アキシャル部品用のアダプタ
耐圧	最大 200 VDC、蓄積エネルギー 1Joule まで (キャパシタの放電時) バイアス測定の場合、出力電流のヒューズは 0.25 A
ゼロ点調整	OPEN 補正と SHORT 補正
補正限度	SHORT: R < 20 Ω、Z < 50 Ω OPEN: Z > 10 kΩ
選別	8 つまでの合格ビン (Pass Bin) と、QDR 不合格ビン (QDR Fail Bin)、汎用の不合格ビン (General Fail Bin)。すべてフロント・パネルまたはコンピュータ・インタフェース経由で定義します。選別の設定は、不揮発性メモリに保存できます。
セルフ・テスト	ROM、CPU、不揮発性 RAM、クロック発生器、A/D コンバータ、内部バイアス、乗算器、出力ドライブ回路、ゲイン回路、ソース抵抗をテストします。
ストアおよびリコール	機器の設定を 9 つまで保存できます。Recall 0 で、初期設定をリコールします。
RS232 インタフェース	インタフェース経由で本器のすべての機能を制御または読み取ることができます。

その他

動作条件	0°C〜40°C、相対湿度<85%
電源	20 Watts、100/120/220/240 VAC(50 Hz または 60 Hz)
寸法 (W × H × L)	343 × 102 × 356 mm
重量	4.55 kg

オプション

<table>
<tr><td>オプション 001
HP-IB / ハンドラ・インタフェース</td><td colspan="2">HP-IB(IEEE-488) インタフェースとハンドラ・インタフェースの両方が内蔵されます。</td></tr>
<tr><td></td><td>HP-IB(IEEE-488) インタフェース:</td><td>インタフェース経由で本器のすべての機能を制御または読み取ることができます。</td></tr>
<tr><td></td><td>ハンドラ/選別器インタフェース:</td><td>DB25 オス・コネクタで、選別情報と本器のステータスを示す出力ラインと、入力トリガ・ラインを提供します。出力ラインには、8 つの合格ビン、QDR 不合格ビン、一般的な不合格ビン、ビジー、Bin Data Available(ビン・データを利用可能) があります。出力ラインはオープン・コレクタ (40 V) です。トリガ入力は負論理 TTL で、入力電圧は+/− 15 V までです。</td></tr>
<tr><td>オプション 002 ケルビン・クリップ・テスト・フィクスチャ</td><td colspan="2">フィクスチャに簡単に挿入できない部品の接続に使用します。バイアス測定用に極性が記されています。HP E4925A フィクスチャに接続して使用します。</td></tr>
<tr><td>オプション 003 SMD ピンセット・テスト・フィクスチャ</td><td colspan="2">表面実装部品 (SMD) の接続に使用します。バイアス測定用に極性が記されています。HP E4925A フィクスチャに接続して使用します。</td></tr>
<tr><td>オプション 004 1 m の延長ケーブル</td><td colspan="2">HP E4925A とリモート・フィクスチャやその他のデバイスへの接続に使用します。HP E4925A フィクスチャに接続して使用します。BNC ケーブル長は 1 メートルです。バイアス測定用に極性が記されています。</td></tr>
</table>

基本操作

この項では、測定に HP E4925A を使用するユーザに、機能の一部を説明します。ここで説明されていない機能についての詳細は、操作の項を参照してください。

HP E4925A を操作するには、まずリア・パネルの電源モジュールで正しい電源電圧が選択されていることを確認します (図 3-5 を参照)。次に、フィクスチャに部品がつながれていないことを確かめます。これは、テスト・フィクスチャになんらかの部品があると、本器のセルフ・テスト・ルーチンが異常終了するためです。電源コードを電源モジュールに接続してから、本器背面右側の電源スイッチで電源を投入します。左側のディスプレイに、ROM バージョンが 3 秒間表示されます。このとき右側のディスプレイに表示される数字は、弊社管理用の数値ですので無視してください。続いて本器は、セルフ・テストを開始します。すべてのテストに問題がなければ、「tESt PASS」と表示されます。セルフ・テストに異常がある場合は、トラブルシューティングの項を参照してください。[Recall]、[0]、[ENTER] を順に押して、初期設定をリコールします。下記のように設定されます。

パラメータ	AUTO
測定周波数	1 kHz
ドライブ電圧	1.0 Vrms
バイアス	OFF
測定レート	SLOW
アベレージング	OFF
レンジ・ホールド	OFF
等価回路	SERIES(直列)
ディスプレイ	VALUE
トリガ・モード	CONT(連続)
選別	OFF

上記の操作が完了すれば、部品をフィクスチャに置いて測定を行うことができます。フィクスチャに置かれた部品のタイプが R(抵抗) であるか、C(キャパシタ) であるか、L(インダクタ) であるかは、本器が自動的に判別します。表示が適切な測定レンジに切り替わり、この部品の測定値が正しい単位で表示されます。測定条件になんらかの変更が必要な場合、対応するキーを押して変更します。ほとんどの機能を簡単に変更できますが、詳細は操作の項を参照してください。

HP E4925A には、大半のキャパシタなどラジアル部品に対する測定用フィクスチャが付属しています。また、大半の抵抗などアキシャル部品に対する測定用アダプタも付属しています。ラジアル部品を測定するには、アダプタを外して、部品の 2 本のリード線を 1 本ずつフィクスチャの両側に挿入します。アキシャルの部品を測定するには、まずフィクスチャ・アダプタを取り付けます。2 つのアダプタをフィクスチャの両側のそれぞれ中央に置いて、適切な間隔になるまでスライドさせます。続いて、部品の 2 本のリード線を 1 本ずつフィクスチャの両側に挿入します。

フィクスチャの構成を変更した場合は、OPEN 補正と SHORT 補正を実行してください。補正手順は、操作の項を参照してください。部品のリード線が非常に汚れている場合や、ワックスでコーティングされている場合、フィクスチャに挿入する前にクリーニングします。フィクスチャは通常コーティング面を通して試料に接触しますが、やがてフィクスチャに汚れが蓄積する場合があります。

キャパシタにバイアスをかけて測定を行う場合、本器に記されているとおりに、部品を正しい極性で取り付けてください。

受動素子

理想的な受動素子でない、現実の受動素子 (抵抗、インダクタ、キャパシタ) は、抵抗に直列または並列にリアクタンス (キャパシタンスまたはインダクタンス) をつなげたモデルにみなすことができます。これらの部品のインピーダンスは、周波数の関数として変動します。直列モデルと並列モデルは数学的には等価で、下記の等式で双方向に変換できます。

通常は、動作条件によって、直列と並列のどちらか一方が部品のより適切なモデルになります。どちらが正確なモデルであるかは、部品と周波数によって異なります。部品製造メーカが定義した条件や業界規格に基づいて測定される部品もあります。例えば電解キャパシタは、ほとんどの場合、直列、120 Hz、C+R モードという条件で測定されます。この条件下により、等価直列抵抗 (ESR: equivalent series resistance) が測定できます。

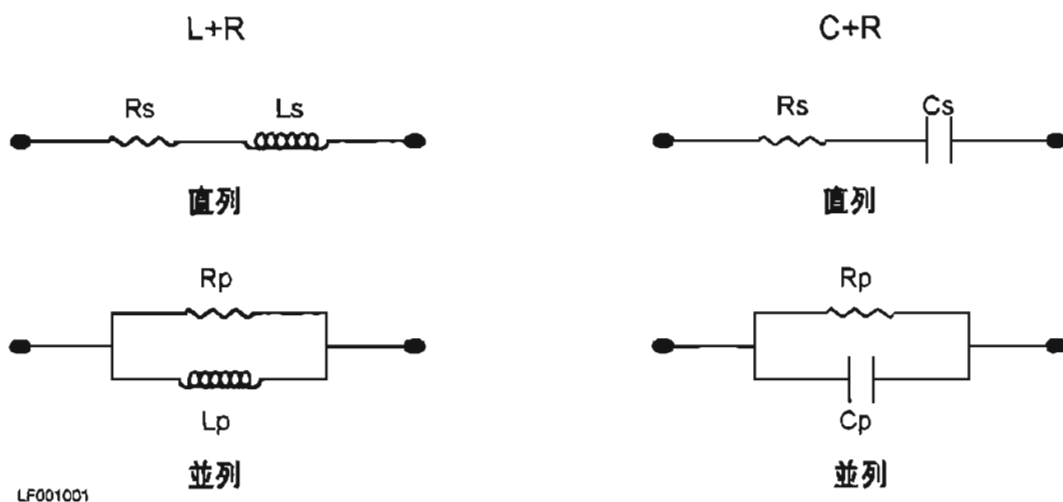



図 1-1. 直列回路モデルと並列回路モデル

$$Z_S = R_S + j\omega L_S = R_S(1 + jQ) = \omega L_S\left[\frac{1}{Q} + j\right]$$

$$Z_P = \frac{j\omega L_P R_P}{R_P + j\omega L_P} = \frac{R_P(1 + JQ)}{1 + Q^2}$$

$$Q = \frac{R_P}{\omega L_P} = \frac{\omega L_S}{R} \qquad Q = \frac{1}{D}$$

$$L_S = \frac{Q}{1+Q^2} L_P \qquad R_S = \frac{\omega L_S}{Q} \qquad R_P = Q\omega L_P$$

$$R_P = \frac{1}{G_P} \qquad B_P = -\frac{1}{\omega L_P}$$

$$Y = G_P - \frac{j}{\omega L_P}$$

LF001002

$$Z_S = R_S - j\frac{1}{\omega C_S} = \frac{1}{\omega C_S}(D - j) = R_S\left[1 - \frac{j}{D}\right]$$

$$Z_P = \frac{R_P}{1 + j\omega R_P C_P} = \frac{D^2 R_P + \frac{1}{j\omega C_P}}{1 + D^2}$$

$$D = \omega R_S C_S = \frac{1}{\omega R_P C_P} \qquad D = \frac{1}{Q}$$

$$C_S = (1 + D^2)C_P \qquad R_S = \frac{D^2}{1 + D^2} R_P$$

$$R_P = \frac{1}{G_P} \qquad B_P = \omega C_P$$

$$Y = G_P + J\omega C_P$$

キャパシタにおける Rs を、等価直列抵抗 (ESR: equivalent series resistance) と呼びます。リード線による抵抗損と誘導吸収なども これに含まれます。スイッチング電源で使用する電解キャパシタのデータ・

シートでは、ほとんどの場合、ESR が記載されています。高周波では、ESR はキャパシタの性能を阻害する要因となります。

Q(quality factor) は、インピーダンスの実数部に対する虚数部の比です。インダクタでは、Q が大きい場合より純粋なリアクタンス成分になり、Q が小さい場合ほぼ純粋な抵抗になります。Q は周波数によって変動します。インダクタは通常 Q を使って表します。抵抗には、周知のように微小なインダクタンス成分があります。

損失係数 D(dissipation factor) は 1/Q に等しく、インピーダンスの虚数部に対する実数部の比になります。D が小さい場合ほぼ純粋なキャパシタになります。タイプを問わず、キャパシタの性能を記述するには、通常 D を使用します。

一般的な測定の設定

下記の表は、さまざまなタイプの部品での推奨の測定条件を示しています。この条件だけが唯一の測定条件ではありませんが、指針として使用してください。

一般的な部品の測定の設定

部品のタイプ	値	パラメータ・タイプ	等価回路	測定周波数
不明:	任意	Auto	直列	1 kHz
抵抗:	< 1 kΩ	R+Q	直列	1 kHz
	> 1 kΩ	R+Q	直列	100 または 120 Hz
インダクタ:	10 μH – 1 mH	L+Q	直列	10 kHz
	1 mH – 1 H	L+Q	直列	1 kHz
	> 1 H	L+Q	直列	100 または 120 Hz
キャパシタ:	<10 pF	C+D	並列	10 kHz
	10 pF – 400 pF	C+D	直列または並列	10 kHZ
	400 pF – 1 μF	C+D	直列	1 kHz
	> 1 μF	C+R または C+D	直列	100 または 120 Hz

HP E4925A の動作

HP E4925A では、部品の両端の電圧と部品を流れる電流を測定して、インピーダンスを測定します。信号の実数部と虚数部 (90°の位相シフト) の両方で測定を行います。電流に対する電圧の複素数比が、複素インピーダンスになります。表示される R、C、L、Q、D の各パラメータは、本器のプロセッサにより計算されます。

部品両端の電圧は、Vs により発生します。Vs は振幅と周波数を共に設定できます。この電圧を、供給側抵抗 Rs を経由して試料 (DUT: device under test) に印加します。Rs の値は、測定範囲に応じて変動します。電流は、仮想アース A1 に流れ、電流変換抵抗 Rr を通過します。A1 の出力により、電流に比例した信号 I x Rr が生じます。DUT 両端の電圧は、4 線式のケルビン接続による個別の信号ラインを使って測定します。

信号の実数部と虚数部は、電圧と電流の各信号に、Vs と同相の基準信号と 90 度シフトした基準信号をそれぞれ乗じて求めます。これらの信号を、積分 A/D コンバータで測定して、マイクロ・プロセッサで読み取ります。読み取られた値は、校正係数で修正後インピーダンスに変換され、最終的にプロセッサがディスプレイに適したパラメータに変換します。

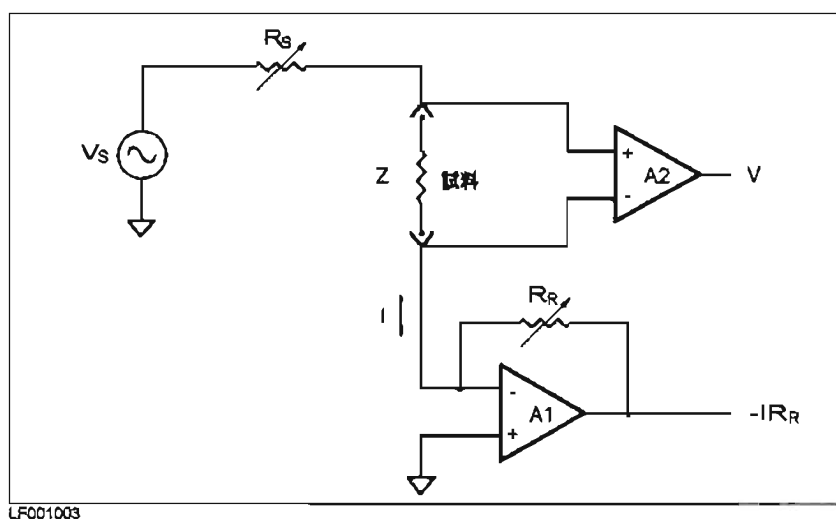



図 1-2. ブロック・ダイアグラム

コマンド・リスト

変数　　i,j　整数
　　　　x　実数

測定の設定

$STL(?) {i}	整定時間を i=2〜99 ミリ秒に設定します (または Query を行います)。
AVGM(?) {i}	アベレージングをオン (i=1) またはオフ (i=0) に設定します (または Query を行います)。
BIAS(?) {i}	DC バイアスを内部 (i=1)、外部 (i=2)、オフ (i=0) に設定します (または Query を行います)。
CIRC(?) {i}	等価回路を直列 (i=0) または並列 (i=1) に設定します (または Query を行います)。
CONV(?) {i}	定電圧モードをオン (i=1) またはオフ (i=0) に設定します (または Query を行います)。
FREQ(?) {i}	ドライブ周波数を 100Hz(0)、120Hz(1)、1kHz(2)、10kHz(3) に設定します (または Query を行います)。
MMOD(?) {i}	測定モードを連続モード (i=0) またはトリガ・モード (i=1) に設定します (または Query を行います)。
NAVG(?) {i}	平均を求める測定回数を i=2〜10 回に設定します (または Query を行います)。
PMOD(?) {i}	パラメータ・モードを Auto(0)、R+Q(1)、L+Q(2)、C+D(3)、C+R(4) に設定します (または Query を行います)。
RATE(?) {i}	測定レートを FAST(0)、MEDIUM(1)、SLOW(2) に設定します (または Query を行います)。
RNGE(?) {i}	測定範囲を 100kΩ(0)、6.4kΩ(1)、400Ω,(2)、25Ω(3) に設定します (または Query を行います)。
RNGH(?) {i}	レンジ・ホールドを有効 (i=1) または無効 (i=0) に設定します (または Query を行います)。
VOLT(?) {x}	ドライブ電圧を 0.05V の分解能で $0.1V \leq x \leq 1.00V$ に設定します (または Query を行います)。

測定の制御

PREL(?) {x}	偏差と偏差率の公称パラメータ値を x(Ω、F、H) に設定します (または Query を行います)。
STRT	測定を開始します。
STOP	現在の測定を停止します。
*TRG	STRT と同じです。

測定結果

OUTF(?) {i}	出力フォーマットを詳細 (0)ASCII、簡略 (1)ASCII、詳細 (2) バイナリ、簡略 (2) バイナリに設定します (または Query を行います)。
XALL?	主パラメータと従パラメータとビン番号を返します。
XBIN?	現在の測定のビン番号を返します。
XDLT?	主パラメータと公称値の間の偏差を返します。
XMAJ?	主パラメータの値を返します。
XMIN?	従パラメータの値を返します。
XPCT?	主パラメータと公称値の間の偏差率を返します。

選別

BCLR	すべてのビンの公称値とリミットをクリアします。すべてのビンがクローズされます。
BING(?) {i}	選別を有効 (i=1) または無効 (i=0) に設定します (または Query を行います)。
BLIM(?) i,j {,x}	ビン j(0−7) の上限 (i=0) または下限 (i=1) を x%に設定します (または Query を行います)。
BNOM(?) i {,x}	ビン i の公称値を x に設定します。

設定の制御

*IDN?	HP E4925A の識別文字列を返します。
*OPC(?)	測定終了時にスタンダード・イベント・ステータス・バイト内のビットを設定します。
*RCL i	設定 i をリコールします。
*RST	本器を初期構成にリセットします。
*SAV i	現在の設定を設定 i にセーブします。
*WAI	先に進む前に、すべての測定が終了するまで待ちます。

ステータス

*CLS	すべてのステータス・レジスタをクリアします。
*ESE(?) {i}	スタンダード・イベント・ステータス・バイト・イネーブル・レジスタを値 i(0−255) に設定します (または Query を行います)。
*ESR? {i}	スタンダード・ステータス・バイトに対する Query を行います。i がある場合、ビット i のみに対する Query を行います。
*PSC(?) {i}	電源投入時のステータス・クリア・ビットを、ステータス値のクリア (i=1) または保持 (i=0) に設定します (または Query を行います)。
*SRE(?) {i}	シリアル・ポール・イネーブル・レジスタを値 i(0−255) に設定します (または Query を行います)。
*STB? {i}	シリアル・ポール・ステータス・バイトに対する Query を行います。i がある場合、ビット i のみに対する Query を行います。
SENA(?) {i}	LCR ステータス・イネーブル・レジスタを値 i(0−255) に設定します (または Query を行います)。
STAT? {i}	LCR ステータス・バイトに対する Query を行います。i がある場合、ビット i のみに対する Query を行います。

ステータス・バイトの定義

シリアル・ポール・ステータス・バイト	ビット	名称	使用法
	0	Ready	HP E4925A で測定の準備ができました。
	1	未使用	
	2	未使用	
	3	LCR	LCR ステータス・レジスタにマスクされないビットが設定されていました。
	4	MAV	HP-IB の出力キューが空ではありません。
	5	ESB	スタンダード・ステータス・バイトにマスクされないビットが設定されていました。
	6	RQS/MSS	サービス要求 (SRQ: Service Request) ビットです。
	7	No Command	入力キューに未実行のコマンドはありません。

スタンダード・イベント・ステータス・バイト	ビット	名称	使用法
	0	OPC	すべての測定の終了時にOPCコマンドによって設定されます。
	1	未使用	
	2	Query Error	出力キューのオーバーフロー(転送待ちの応答が多すぎる)時に設定されます。
	3	未使用	
	4	Execution err	範囲パラメータが範囲外の場合や、不正な動作モードなどの条件によって一部のコマンドが完了しないことから設定されます。
	5	Command err	コマンドの構文エラーや、承認されないコマンドによって設定されます。
	6	URQ	任意のキーを押すと設定されます。
	7	PON	電源の投入によって設定されます。

LCR ステータス・バイト	ビット	名称	使用法
	0	Math Error	小数点エラー時に設定します。
	1	A/D Error	A/D変換に失敗した場合に設定されます。
	2	Overload	ゲイン・ステージがオーバーロードした場合に設定されます。
	3	Underrange	現在の範囲での測定値が、公称範囲を下回る場合に設定されます。
	4	Overrange	現在の範囲での測定値が、公称範囲を超える場合に設定されます。
	5	Out of Range	現在の範囲では本器が有効な測定を行えない場合に設定されます。
	6	未使用	
	7	mem err	保存した設定が電源投入時に無効になりました。

2

インストールとセットアップ

本章では、開梱時の確認および、HP E4925A のセットアップを行う場合に必要な情報について説明します。本章で説明する内容は、以下のとおりです。

- 開梱時の検査
- 電源について
- 設置上の注意
- クリーニング方法
- 電源電圧とヒューズの選択

開梱時の検査

警告

電気ショックを受けると危険です。搬送中に、製品外部のどこか (例えば、カバー、パネル、ディスプレイ) に損傷を受けているようであれば、HP E4925A の電源を ON にしないでください。

製品がお手元に届きましたら、製品を梱包したボックスに損傷がないかどうか確認してください。ボックスまたは衝撃吸収材に損傷がある場合は、本体部品および付属品がもれなく揃っていることと、HP E4925A が機械的/電気的に正常に動作することが確認されるまでそのままの状態にしておいてください。パッケージ内容のリストは、表 2-1 をご覧ください。パッケージ内容が不足している場合、機械的な損傷または欠陥がある場合、パワーオン・セルフテストをパスしなかった場合は、最寄りの HP セールス・オフィスにご連絡ください。ボックスに損傷がある場合、衝撃吸収材に極度の重圧を受けた形跡がある場合は、当社の他に搬送会社にもご連絡ください。搬送会社に検査を依頼するために、パッケージ内容はすべてそのままの状態で保管しておいてください。

表 2-1. HP E4925A の梱包の内容

説明	数量	HP パーツ番号
HP E4925A	1	—
ショートプレート	1	E4925-00601
電源ケーブル[1]	1	—
取扱説明書[2]	1	E4925-97020
校正証明書	1	—
校正実施日ラベル	1	—
オプション UK6		
試験成績書	1	—
オプション 002		
ケルビン・クリップ・テスト・フィクスチャ	1	—
オプション 003		
SMD ピンセット・テスト・フィクスチャ	1	—
ショート・ブロック	1	16334-60001
オプション 004		
1m 延長ケーブル	1	—

1 電源ケーブルは、本器を使用する地域により異なります。詳細は「電源コード」を参照してください。

2 オプション 0B0 を注文された場合は含まれていません。

電源コード

HP E4925A に付属している電源コードは 3 芯コードで、電源コンセントを介して HP E4925A を接地し、感電事故から作業者を保護します。電源コードプラグの 1 本が接地線になっています。接地端子を持たない 2 極の電源コンセントを使用する場合には、3 極−2 極変換アダプタを使用します。

警告

HP E4925A は付属の接地線のある 3 極電源ケーブルを使用して確実に接地してください。なお、3 極電源コンセントが準備されておらず、付属の 3 極-2 極変換アダプタを使用する場合には、変換アダプタの接地端子を確実に接地してください。

注記　添付の電源ケーブル以外の電源ケーブルが必要な場合は
最寄りのＨＰセールスオフィスにお問い合わせ下さい。

図 2-1. オプション電源コード

設置上の注意

設置時には、HP E4925A の周囲に、放熱に充分な空間を確保してください。

クリーニング方法

感電を防ぐために、クリーニングを行う前に、必ず HP E4925A の電源コードをコンセントから外しておいてください。

HP E4925A の表面の汚れを取る場合は、乾いた布か、水でしめらせた柔らかい布を堅く絞って、あまり力を入れずに拭いてください。決して、機器の内部をクリーニングしないでください。

内蔵フィクスチャのクリーニング

1 年に数回は、ラジアル部品用とアキシャル部品用の両方のテスト・フィクスチャを点検して、リード線に塗布されていたワックスが詰まっていないことを確認してください。接点が汚れている場合はクリーニングの必要があります。フィクスチャのクリーニングには、イソプロピル・アルコールまたは腐食性のない洗剤を浸した厚紙またはボール紙を接点の間に入れて、左右に動かしてください。紙に汚れが付着しなくなるまでこれを繰り返します。クリーニングしたフィクスチャは乾燥させてから、測定を行ってください。

電源電圧とヒューズの選択

注意

本器は、電源電圧セレクタを誤った方向に取り付けたり、ヒューズの選択に誤りがある状態で使用すると、損傷を受ける場合があります。

電源電圧の選択

電源コードを電源に接続する前に、電源電圧セレクタ (カード状でリア・パネルのヒューズ・ホルダに取り付けられています) が、正しい AC 入力電圧が見える方向に取り付けられていることを確認してください。

AC 入力電圧を変更する場合は、ヒューズ・ホルダの中の電源電圧セレクタの取り付け方向を変え、ヒューズを電圧に合ったものと交換する必要があります。電源コードを抜き取り、ヒューズ・ホルダのカバーを開け、レバーを引いて、ヒューズを取り出します。次に電源電圧セレクタ (プリント基板) を取り出し、電源に合った電圧の印字が見えるように基板の方向を変えて、スロットにしっかりと挿入します。レバーを元の位置に戻し (ヒューズが回転します)、電源電圧に合ったヒューズをホルダに挿入してください。

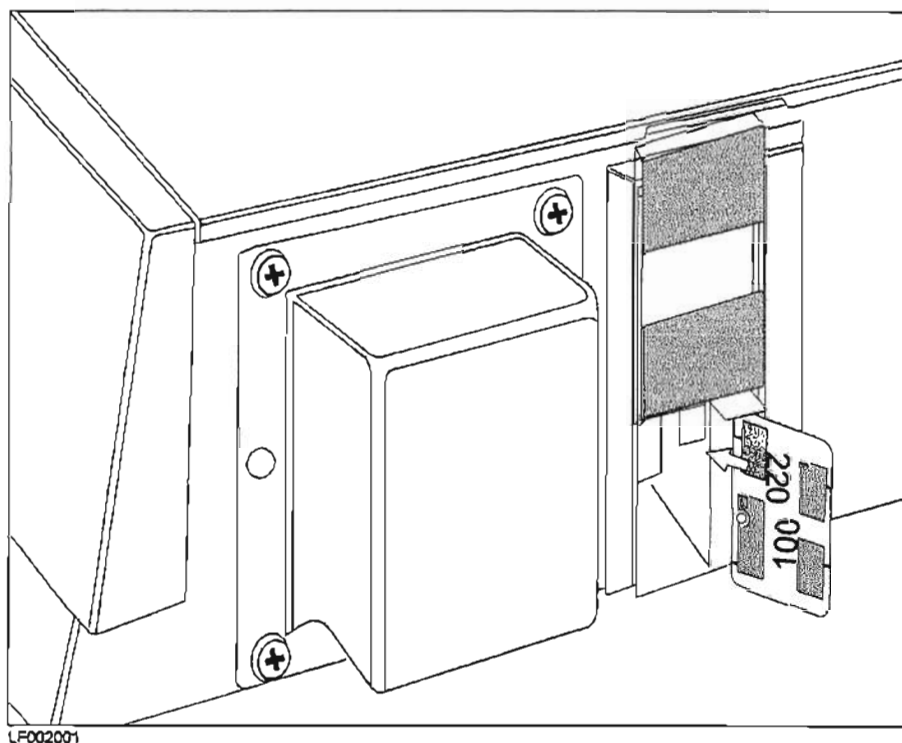



図 2-2. 電源電圧の選択

電源ヒューズの選択

電源電圧に適合したヒューズが取り付けられていることを確認してから、電源ケーブルを接続してください。

100V/120V	0.5A, 250V, slo-blo, UL/CSA タイプ (HP パーツ番号 2110-0202)
220V/240V	0.25A, 250V, slo-blo, UL/CSA タイプ (HP パーツ番号 2110-0201)

ヒューズが必要な場合は、HP サービス・センターにお問い合わせください。

3

クイック・スタート・ガイド

HP E4925A LCR メータ

この章では、HP E4925A の概要を説明します。個々の機能の操作に関する詳細は、操作の項とプログラミングの項を参照してください。

LF003001

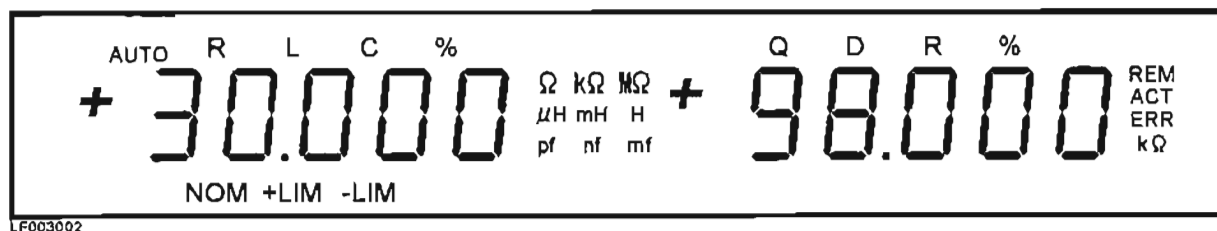
図 3-1. HP E4925A の概観

ディスプレイ

図 3-2. ディスプレイ

LED ディスプレイには、測定値、入力パラメータ、インスツゥルメント・ステータス、ユーザ・メッセージの表示用として、5 桁の LED ディスプレイが 2 つと、インジケータ LED が 25 個あります。通常の測定では、主パラメータ (L、C、R) は左のディスプレイに、対応する従パラメータ (Q、D、R) は右のディスプレイに表示されます。表示桁数と小数点の位置は、測定範囲と分解能に応じて自動的に調整されます。測定したパラメータ (主パラメータ L、C、R と従パラメータ Q、D、R) は、それぞれ表示された数字の上の LED で示されます。また AUTO LED が点灯している場合、本器はオート・パラメータ・モードで動作しています。% LED は、測定結果が入力した公称値からの相対的な偏差として表示されていることを示します。測定単位は、2 つのディスプレイの間の LED(Ω、kΩ、MΩ、μH、mH、H、pF、nF、μF) で示されます。従パラメータの Q と D には単位がありません。従パラメータが抵抗値の場合、右側の kΩLED が点灯していなければ、単位はΩです。ステータス情報 (REM、ACT、ERR) は、従パラメータの右に表示されます。主パラメータ・ディスプレイの下には、入力した選別値、NOMinal(公称値)、+LIMit(上限)、−LIMit(下限) を示すインジケータがあります。

キーパッド

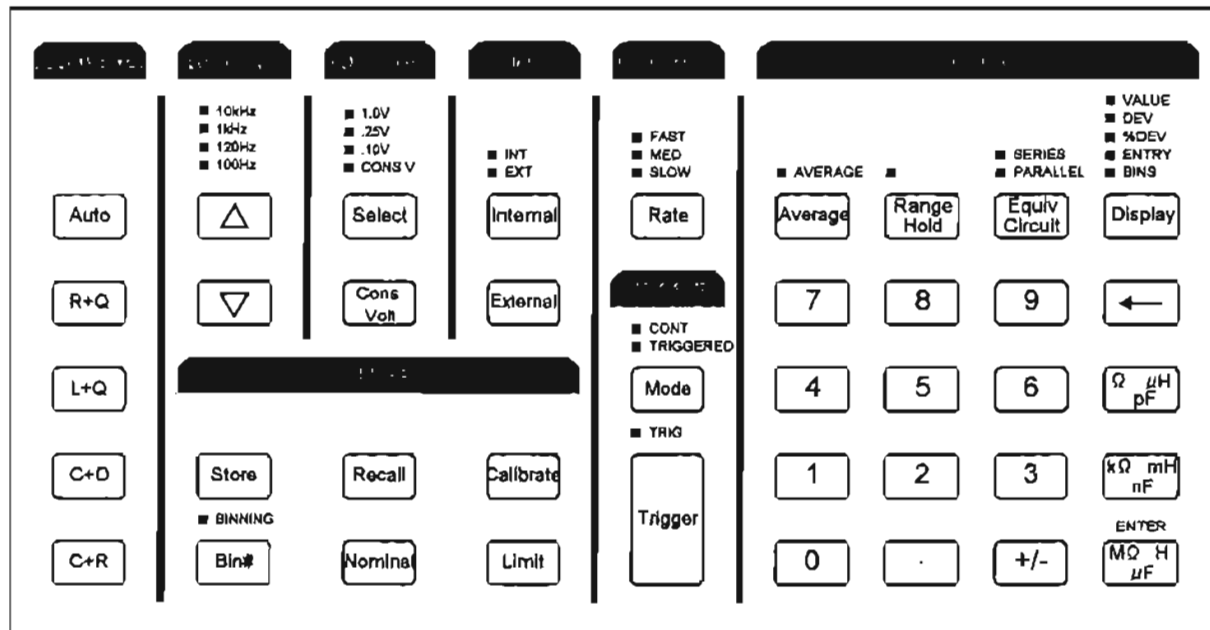



図 3-3. キーパッド

キーパッドは、測定条件の選択と値の入力に使用します。現在の測定条件は、LED により知ることができます。

PARAMETER(パラメータ)

[R+Q] キー、[L+Q] キー、[C+D] キー、[C+R] キー、[AUTO] キーで、測定するパラメータを選択します。ディスプレイの主パラメータと従パラメータの上に、選択したパラメータの組み合わせが示されます。AUTO を選択すると、本器により最適なパラメータの組み合わせが自動的に選択され、主パラメータ・ディスプレイの上の AUTO LED が点灯します。

FREQUENCY(測定周波数)

上向き、下向きの矢印キーで、出力周波数 (100 Hz、120 Hz、1 kHz、10 kHz) を選択します。選択した測定周波数は、LED により示されます。

DRIVE VOLT(ドライブ電圧)

[Select] キーで、出力ドライブ電圧 (0.1 V、0.25 V、1.0 V) を切り替えます。選択した電圧は、LED により示されます。LED が点灯していない場合、出力ドライブ電圧は微調整モードです。

[Cons Volt] キーにより、本器は定電圧モードになります。

BIAS(バイアス)

[Internal] キーで、内部バイアス (2.0 VDC) を選択します。[External] キーで、外部バイアス・ソースを選択します。アクティブなキー (内部バイアスを選択している場合 [Internal] キー、外部バイアスを選択している場合 [External] キー) を押すと、バイアスがオフになります。

バイアスはキャパシタンスの測定でのみ使用します。オート・モードを含む、キャパシタンスの測定以外のモードで [Internal] キーと [External] キーのどちらかを押すと、"bias for C"というエラーが表示されます。

MEAS RATE(測定レート)

[Rate] キーで、SLOW 測定、MEDIUM 測定、FAST 測定のいずれかを選択できます。それぞれ 1 kHz 以上の測定周波数で毎秒あたり、SLOW 測定では 2 回、MEDIUM 測定では 10 回、FAST 測定では 20 回の測定を行います。

AVERAGE(アベレージ)

[Average] キーで、本器をアベレージング・モードにします。もう一度 [Average] キーを押すと、アベレージング・モードが解除されます。ENTRY ディスプレイで、平均を求める測定回数を 2〜10 回に設定します。

RANGE HOLD(レンジ・ホールド)

[Range Hold] キーで、本器の現在の測定範囲をホールドします。もう一度 [Range Hold] キーを押すと、本器は通常のオート・レンジ・モードに戻ります。数値キーを使って ENTRY ディスプレイで範囲を入力できます。

EQUIV CIRCUIT(等価回路)

[Equiv Circuit] キーで、測定する部品の等価回路モデルとして、直列等価回路と並列等価回路のどちらかを選択します。

DISPLAY(ディスプレイ)

[Display] キーで、ディスプレイ上のパラメータを選択します。[Display] キーを押して、下記のディスプレイ・タイプを切り替えます。

VALUE	測定する値
DEV	入力した値からの測定値の偏差
%DEV	公称値からの偏差率 (%)
ENTRY	パラメータ値の入力用
BINS	選別が有効な場合のビン番号

データを入力しなければアクセスできないディスプレイもあります。例えば、公称値を入力していなければ DEV ディスプレイと%DEV ディスプレイは利用できません。また、ビン・データを入力していなければ BINS ディスプレイは利用できません。

←

[←](バックスペース) キーは、入力した数値データの修正に使用します。また [←] キーは、LOCAL キーとして機能します。

本器の電源投入時に [←] を押したままでいると、本器の設定は工場出荷時初期設定に戻ります。

ENTER キー

[Ω, μH, pF] [kΩ, mH, nF] [MΩ, H, μF]
ENTRY ディスプレイに R(抵抗)、C(キャパシタ)、L(インダクタ) の公称値などの数値パラメータを入力する場合、これらの 3 つのキーを使用します。[MΩ, H, μF] キーは汎用の [ENTER] キーで、パーセン

テージなどキー上の一覧にない単位を持つパラメータはこのキーで入力します。ENTER キーのラベルは、キーの上のパネルに表示されています。

数値キー [0]..[9]、[.]、[+/−]

パラメータを入力するための数値キーです。本器が ENTRY ディスプレイ・モードの場合に限りアクティブになります。

STORE(ストア) と RECALL(リコール)

本器では、9 種類までの設定を不揮発性メモリに保存 (ストア) できます。現在の構成を設定#n に保存するには、[Store]、[n]、[ENTER] の順にキーを押します。ここで n は、1〜9 の数字です。機器の構成をリコールするには、[Recall]、[n]、[ENTER] の順にキーを押します。0 をリコールする ([Recall] [0] の順にキーを押す) と、本器は初期設定値に戻ります。

CALIBRATE

[Calibrate] キーを押すと、OPEN/SHORT 補正、標準補正、整定時間、出力ドライブ振幅の微調整、内部セルフ・テストなどが行えます。

BIN#(ビン番号)、NOMINAL(公称値)、LIMIT(リミット)

これらのキーは、選別パラメータの入力に使用します。選別が有効でオプション・ハンドラがアクティブな場合、BINNING LED が点灯します。

TRIGGER(トリガ) と MODE(モード)

[Mode] キーで、連続測定 (CONT) とトリガ測定のどちらかを選択します。測定は、[Trigger] キー、ハンドラ・インタフェース、RS-232C インタフェースまたは HP-IB インタフェースのいずれか一方のインタフェースでトリガを掛けることができます。

フィクスチャ

HP E4925A には、汎用のテスト・フィクスチャが付属しています。このフィクスチャでは、リード線のあるほとんどのタイプの部品に4線式のケルビン接続ができます(ケルビン接続では、2本のラインをフィクスチャと試料との間の測定電流の伝送に使用し、2本のインピーダンス・ラインを試料両端の電圧の検出に使用します)。この接続によって、電流の伝送ラインでの電圧降下が電圧測定に影響しないようにします。

ラジアル部品(リード線が同じ面にある)では、2本のリード線を1本ずつテスト・フィクスチャのそれぞれの側に挿入するだけです。

アキシャル部品(リード線が反対の面にある)では、アキシャル部品用フィクスチャ・アダプタが必要です。

SMD(表面実装部品)や、サイズの大きな部品、不定形の部品は、SMD ピンセットやケルビン・クリップを使って測定できます。これらのリモート・フィクスチャのインタフェースには、BNC アダプタを利用できます。

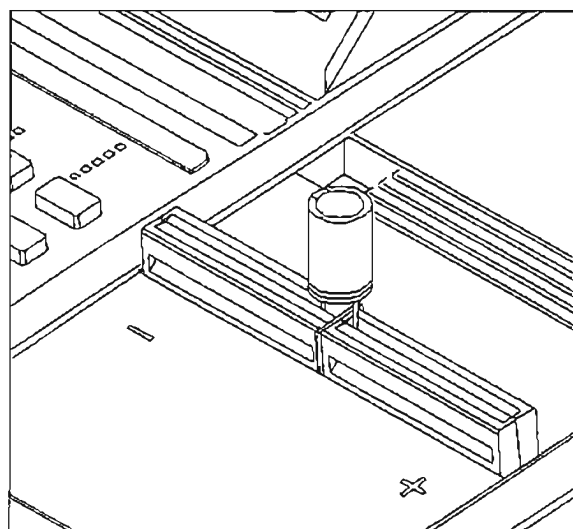
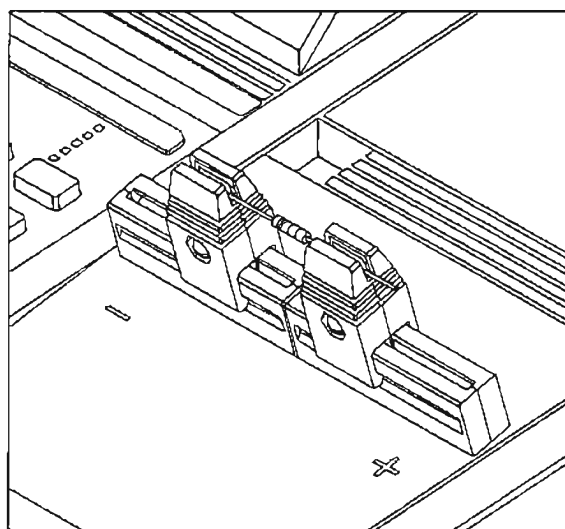
部品のリード線が汚れていたりワックス・コーティングされている場合、フィクスチャに挿入する前にリード線をクリーニングします。フィクスチャのクリーニングについての詳細は、インストールとセットアップの章を参照してください。

ラジアル部品用フィクスチャ
(部品を挿入した状態)

アキシャル部品用フィクスチャ
(部品を挿入した状態)

図 3-4. フィクスチャ

リア・パネル

LF003005

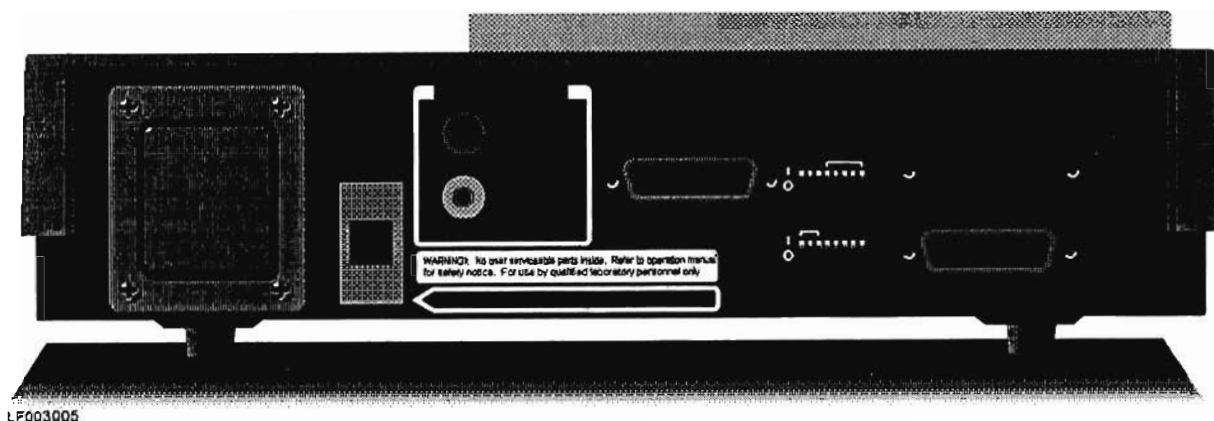



図 3-5. リア・パネル

電源入力モジュール

電源モジュールは、電源のヒューズ、入力電圧の選択、高周波ノイズの除去に使用します。

電源スイッチ

電源スイッチは、本器背面の右側にあります。スイッチの上側(フロントパネル側)を押すことにより電源が投入されます。

外部バイアス入力

2本のバナナ・プラグで外部バイアス電圧を入力します。バイアス電源はフローティング型で、ノイズ等はフィルタで除去されている必要があります。両極とも接地されていない電源を使用してください。 印加電圧は 40 VDC 以下で、許容電流は最大 250 mA です。

外部バイアス・ヒューズ

外部バイアス入力を、250 mA を超える電流から保護しています。

RS-232 DB25 コネクタ

このコネクタを使って、本器を RS-232 インタフェース経由でコンピュータから制御できます。コネクタの構成は DCE です(送信 ピン 3、受信 ピン 2)。本器をコンピュータのシリアル・アダプタに接続するには、通常ストレートのシリアル・ケーブルを使用します。詳細は、プログラミングの項を参照してください。

SW1

これらのスイッチで、RS-232 インタフェースのボーレート、パリティ、ワード長を設定します。インタフェースの設定についての詳細は、プログラミングの項を参照してください。

ハンドラ・インタフェース (オプション 001)

このインタフェースは、部品ハンドラに対する選別のための制御ラインとして機能します。インタフェースには、入力トリガ・ラインと出力ラインがあります。出力ラインは、選別データ利用可能状態、ビジー状態、および 10 種類のビンを示します。コネクタは、オスの DB25 です。詳細は、ハンドラの項を参照してください。

HP-IB(IEEE-488) コネクタ (オプション 001)

このコネクタを使って、本器を HP-IB インタフェースまたは IEEE-488 インタフェース経由でコンピュータから制御できます。詳細は、プログラミングの項を参照してください。

SW2(オプション 001)

これらのスイッチで、HP-IB インタフェースのインスツゥルメント・アドレスを設定します。インタフェースの設定法についての詳細は、プログラミングの項を参照してください。

4

操作

ディスプレイ

HP E4925A では、主パラメータと従パラメータが同時に表示されます。表示は実際の測定値だけでなく指定した公称値からの偏差、部品の選別を目的としたビン・ソートの表示もできます。公称値やビン・リミットを入力する際にはディスプレイにキーボードから入力した値も表示されます。また、リモート・プログラミング・ステータス情報を示すステータス LED も備えています。

表示されるパラメータ

パラメータ・キー ([R+Q]、[L+Q]、[C+D]、[C+R]、[AUTO]) により、測定タイプと、表示されるパラメータが決まります。選択したパラメータは、2 つの 5 桁のディスプレイの上に示されます。

R+Q

抵抗値は主パラメータ・ディスプレイ (左) に表示され、クオリティファクターQ は、従パラメータ・ディスプレイ (右) に表示されます。抵抗値は、試料と等価な直列抵抗値または並列抵抗値のどちらかです。抵抗の単位は kΩまたは MΩです。Q はインピーダンスの実数部に対する虚数部の比です。Q には単位がなく、直列表現でも並列表現でも同じ値を取ります。Q が正の場合、試料のリアクタンス成分は誘導性です。Q が負である場合、リアクタンス成分は容量性です。

L+Q

インダクタンスは主パラメータ・ディスプレイ (左) に表示され、Q は従パラメータ・ディスプレイ (右) に表示されます。インダクタンスは、試料と等価な直列インダクタンスまたは並列インダクタンスのどちらかです。インダクタンスの単位はμH、mH、H です。Q はインピーダンスの実数部に対する虚数部の比です。Q には単位がなく、直列表現でも並列表現でも同じ値を取ります。主パラメータ (インダクタンス) が負の場合、試料は容量性です。

C+D

キャパシタンスは主パラメータ・ディスプレイ (左) に表示され、損失係数 D は従パラメータ・ディスプレイ (右) に表示されます。キャパシタンスは、試料と等価な直列キャパシタンスまたは並列キャパシタンスのどちらかです。キャパシタンスの単位は pF、nF、μF です。D はインピーダンスの虚数部に対する実数部の比で、Q の逆数となります。性能の良いキャパシタでは、C(虚数部) が大きく R(実数部) は小さくなるため、D は小さくなります。主パラメータ (キャパシタンス) が負の場合、試料は誘導性です。

C+R

キャパシタンスは主パラメータ・ディスプレイ (左) に表示されます。等価な直列抵抗値または並列抵抗値は従パラメータ・ディスプレイ (右) に表示されます。従パラメータ・ディスプレイの右側の kΩ LED が点灯していない場合、抵抗の単位はΩです。

AUTO

HP E4925A は、試料の最も正確な表現となるモデルを決定して、適切なパラメータの組み合わせを選びます。下記のようにして決定されます。
$|Q| < 0.125$ の場合、本器は R+Q を選択します。

4. 操作

Q > +0.125 の場合、本器は L+Q を選択します。
Q < −0.125 で本器が直列モードの場合、本器は C+R を選択します。
Q < −0.125 で本器が並列モードの場合、本器は C+D を選択します。

直列等価回路と並列等価回路

実際の部品は理想的な部品とは異なり、リアクタンス成分を持つ直列または並列の抵抗要素として表現できます。部品の特性と測定周波数によって、直列モデルと並列モデルのどちらかがより正確なモデルになります。部品が理想状態に近いほど、2つのモデルの差は小さくなります。現実には、Q が 10 を下限値として減少するに従い (インダクタの場合)、または Q(抵抗の場合) や D(キャパシタの場合) が 0.1 を上限値として増加するにつれて、直列モデルの値と並列モデルの値の差は大きくなります。一般には、ほとんどの部品には、直列モデルを使った近似が最も適しています。部品の測定時に使用する表現が部品製造メーカにより指定されていることもまれではなく、MIL 規格や業界規格では測定条件も併せて指定されています。

[Equiv Circuit] キーは、直列と並列の 2 つの等価回路モデルの切り替えに使用します。どちらが選択されているかは、SERIES LED または PARALLEL LED で示されます。直列モデルでは、左側のディスプレイに直列抵抗 R、インダクタンス L、キャパシタンス C(R+Q、L+Q、C+D、C+R の場合) が表示されます。右側のディスプレイには、クオリティファクター Q、損失係数 D、直列抵抗 R が表示されます。並列モデルでは、左側のディスプレイに主パラメータ (R、L、C) の並列等価値が表示され、右側のディスプレイに Q、D、並列抵抗 R が表示されます。Q と D は、並列モデルと直列モデルのどちらでも同じです。

ディスプレイ・タイプ

[Display] キーは、5 種類のディスプレイ・タイプの切り替えに使用します。ディスプレイ・タイプを切り替えるには、希望するインジケータ LED が点灯するまで [Display] キーを繰り返し押します。ディスプレイ・タイプによっては、本器を正しく設定するまで使用できないものもあります。例えば本器が AUTO モードの場合、有効なディスプレイ・タイプは、VALUE ディスプレイと ENTRY ディスプレイだけです。

VALUE(測定値)

VALUE ディスプレイは、部品の測定値を表示します。ディスプレイ (R+Q、L+Q、C+D、C+R) の上にある LED で、部品のタイプを示します。それぞれのディスプレイの単位は、ディスプレイの右側の単位 LED で示されます。AUTO LED は、パラメータの自動選択モード (AUTO) がアクティブであることを示しています。VALUE ディスプレイは、すべての条件下で使用可能です。

DEV(偏差)

DEV ディスプレイは、部品の測定値とあらかじめ入力しておいた基準値 (公称値) との差を表示します (ディスプレイの値=測定値−相対値)。これは、部品の値の小さな変動を測定する場合に役立ちます。本器が AUTO モードの場合や公称値が入力されていない場合には、DEV ディスプレイは使用できません。DEV ディスプレイを使用するには、まず公称値を入力して (下記参照)、DEV LED が点灯するまで Display キーを押します。表示された値が負の場合、測定値が公称値より小さいことを意味しています。表示された値が正の場合、測定値が公称値より大きいことを意味しています。

公称値の入力

公称値を入力するには、ENTRY ディスプレイが選択されるまで [Display] キーを押します。次に、適切なパラメータ・キーを押します。パラメータ・キーは、公称抵抗値の場合 [R+Q] で、公称インダクタンス値の場合 [L+Q] です。公称キャパシタンス値の場合には、[C+D] または [C+R] のどちらかです。該当するパラメータ LED が点灯して、現在の公称値 (または初期設定値) が左側のディスプレイに表示されます。右側のディスプレイには、何も

表示されません。数値キーと、3つの入力キー([Ω,μH,pF]、[kΩ,mH,nF]、[MΩ,H,μF])のいずれかを使用して、新しい公称値を入力します。

%DEV(偏差率)

%DEVディスプレイは、部品の測定値とあらかじめ入力しておいた公称値との差のパーセンテージを表示します(ディスプレイの値= 100 × { 測定値−公称値 } / 公称値)。パーセンテージは、0.1%単位まで表示されます。DEVディスプレイと同様に、本器がAUTOモードの場合やあらかじめ公称値が入力されていない場合には、このディスプレイは使用できません。公称値を入力するには、上記の手順に従ってください。

ENTRY

ENTRYディスプレイでは、公称値、測定条件、??補正??データを入力できます。このディスプレイを表示するには、ENTRY LEDが点灯するまで[Display]キーを押します。範囲外の値や不正な値が入力されると、ビープ音が鳴って'rAnGE Error'(範囲エラー)が表示され、本器は値を受け付けません。ENTRYディスプレイは、すべての条件下で使用できます。

BINS(ビン)

BINSディスプレイは、選別が有効な場合に部品が分類されるビン番号を表示します。選別情報が入力されていない場合、このディスプレイは使用できません。また本器がAUTOモードの場合にも、BINSディスプレイは使用できません。BINSディスプレイを表示するには、選別情報を入力後、BINS LEDが点灯するまで[Display]キーを押します。詳細は、選別の項を参照してください。

AVERAGE(アベレージ:平均)

AVERAGEディスプレイは、測定を2回〜10回行って、その結果の算術平均を表示します。アベレージングによってランダム誤差やノイズが取り除かれるので、確度が向上します。アベレージングは、測定範囲の上限または下限付近での測定や、低い出力信号レベルでの測定に役立ちます。平均を求める測定回数は、ENTRYディスプレイで設定します。ENTRYディスプレイで、[Average]キーを押すと、本器は左側のディスプレイにAvGを表示し、右側のディスプレイに現在の平均の測定回数を表示します。平均回数(2〜10回)を設定して、[ENTER]([MΩ、H、μF])キーを押します。次に[Display]キーを使って、希望するディスプレイ・タイプに戻ります。アベレージングを有効にするか無効にするかは、[Average]キーを押して切り替えます。アベレージングが有効であることは、AVERAGE LEDにより知ることができます。AVERAGEは、選別も含めたすべてのディスプレイ・タイプで使用できます。BINSディスプレイに表示されるビン番号は、複数回の測定結果の平均値に基づくビン番号です。ビン番号を平均したものではありません。

ステータス

ステータスLEDは、コンピュータ・インタフェースのステータスを示しています。REM(リモート)LEDは、本器を外部コンピュータ等から制御している(フロント・パネルがアクティブでない)ことを示しています。ACT(アクティビティ)LEDは、コンピュータ・インタフェースで正常に信号の受け渡しが行われていることを示しています。ERR(エラー)LEDは、本器に送られたコマンドにエラーがあったことを示しています。

選別

NOM LED、+LIM LED、−LIM LEDは、HP E4925Aのビン設定を構成している間に入力したパラメータを示しています。詳細は、選別の項を参照してください。

測定条件

初期条件

バック・スペース・キー [←—] を押したまま電源を投入すると、本器は下記の初期設定になります。このとき、ユーザが保存したすべての設定が失われて、工場出荷時の校正データがリコールされます。[Recall]、[0]、[ENTER] の順に押すと、ユーザの??補正??値を変更せずに下記の条件を本器に設定できます。

パラメータ	AUTO
測定周波数	1kHz
ドライブ電圧	1.0V
バイアス	OFF
測定レート	SLOW
アベレージング	OFF
レンジ・ホールド	OFF
等価サーキット	SERIES(直列)
ディスプレイ	VALUE(測定値)
トリガ・モード	CONT(連続)
選別	OFF

測定条件の設定

測定条件は、2種類の方法で設定できます。主要な測定条件のほとんどは、キーから直接設定します。主要な測定条件には、値や設定を変更する専用のキーがあります。それ以外の、平均を求める回数、範囲、偏差測定の相対値などの条件は、ENTRY ディスプレイで設定します。これらの条件を調整するには、[Display] キーを使用して ENTRY ディスプレイを選択し、変更するパラメータのキーを押します。選択したパラメータを示すメッセージが左側のディスプレイに表示され、パラメータの現在の値が右側のディスプレイに表示されます。数値キーを使用して新しい値を入力して、単位キーまたは [ENTER] キーを使用して値を入力します。調整後、[Display] キーを使って、希望するディスプレイに戻ります。測定条件を変更するときに無効な値を入力すると、ビープ音が鳴って'rAnGE Error' が表示されます。この場合、入力した値は無視され、別の値を入力できます。

[Calibrate] キーを使用すると、'vtESt'(測定電圧の微調整)、'SEttL'(整定時間)、'nuLL cAL'(OPEN ヌル補正と SHORT ヌル補正)、'SELF tESt'(セルフ・テスト) などにアクセスできます。これらの機能にアクセスするには、希望する機能が表示されるまで [Calibrate] キーを押します。アクセスすると、パラメータの現在の値とメッセージが表示されます。新しい値は、ENTRY 機能と同じ方法で入力します。

測定周波数

選択可能な周波数は、100 Hz、120 Hz、1.0 kHz、10 kHz の 4 種類です。出力周波数の確度は、100ppm(0.01%) です。希望する周波数 LED が点灯するまで FREQUENCY 項で上、下矢印キーのどちらかを押して、測定周波数を設定してください。

出力電圧

一次出力ドライブ電圧は、3 種類の中から選択でき、50mV の分解能で微調整が可能です。選択可能な一次電圧のレベルは、0.10 Vrms、0.25 Vrms、1.0 Vrms です。微調整の範囲は、0.1 Vrms〜1.0 Vrms です。

出力電圧レベルの確度は、2 %です。一次出力電圧レベルは、希望するレベルの LED が点灯するまで [Select] キーを押して設定します。微調整は、CAL メニューを使って以下の手順で設定できます。まず、左側のディスプレイに'vtESt' が表示されるまで [Calibrate] キーを押します。右側のディスプレイは、現在の出力電圧を表示します。本器では電圧値に 3 桁まで入力できますが、入力した電圧は 50 mV 間隔で最も近い値に丸められます。出力電圧が微調整されている時は、DRIVE VOLT LED はすべて消灯し

ます。微調整を解除するには、[Select] キーを押します。このとき出力電圧は、微調整時の値以上で最も近いレベルに設定されます。

出力電圧が試料に印加される際には、試料と直列に供給側インピーダンスが存在します。したがって試料両端の電圧は、常に出力電圧以下になります。供給側インピーダンスは、25 Ω(R3)、400 Ω(R2)、6.4 kΩ(R1)、100 kΩ(R0) で、すべて確度は 2 %内です。本器が定電圧モードでない限り、供給側インピーダンスは測定範囲の関数として選択されます。定電圧モードでは、供給側インピーダンスは常に 25 Ωです。本器で使用する測定範囲を決定するには、次の項を参照してください。

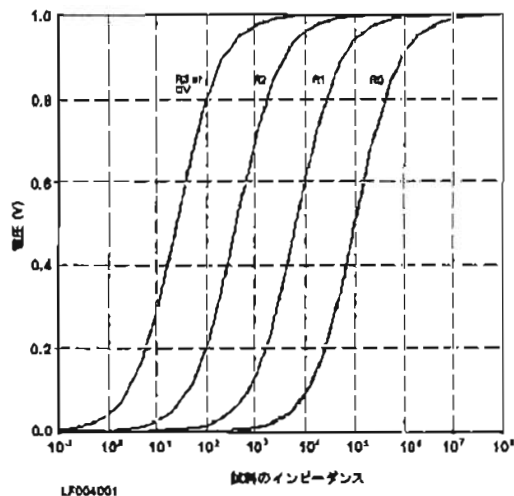



図 4-1.
測定範囲を変えた場合の試料両端の電圧に対するインピーダンス (1.0 V に規格化)

上記のグラフは、さまざまな測定範囲における試料 (Device Under Test: DUT) 両端の電圧とそれに対するインピーダンスを示しています。値は 1.0 V の出力ドライブ設定に正規化されています。印加電圧が異なる場合は、その印加電圧に応じてグラフ値のスケールを変更してください。試料に印加する電圧は、各測定範囲の上限ではほぼ出力電圧に等しく、測定範囲の下限に向かってインピーダンスが下がると、それにともなって低下します。これは、出力の供給側インピーダンスが原因です。本器が定電圧 (constant voltage: CV) モードの場合、供給側インピーダンスは常に 25 Ωに設定されています。インピーダンスが 25 Ωより非常に大きい場合、部品の両端の電圧は実質的には出力ドライブ電圧と等しくなります。

1.0 Vrms の設定は、抵抗と大部分のキャパシタやインダクタなどのほとんどの部品には、最適な設定となります。ただし、一部のインダクタと、ダイオードやトランジスタなどの能動素子には、0.25 Vrms または 0.10 Vrms の設定を使用する必要があります。Z5U セラミック・ディスク・キャパシタなど、特定の測定電圧が必要な部品もあります (測定電圧 = 0.5 Vrms)。このような部品の場合に対しては、出力電圧を微調整して、必要な電圧を正確に設定してください。一般には、できるだけ大きな電圧を使用すると、S/N 比と確度が向上します。

測定範囲

HP E4925Aには、測定範囲が4通り(0〜3)あります。測定範囲は手動で選択するか、本器が自動的に選択します(オートレンジ)。下記の表は、それぞれの測定範囲でのインピーダンスのレンジを示しています。4つの測定範囲には、その範囲でのインピーダンスのほぼ中心の値の基準インピーダンスを測定器内に持っています。測定範囲は(測定値の範囲ではなく)インピーダンス・レンジを決定するということに注意してください。したがってインダクタンスとキャパシタンスの測定範囲は、測定周波数によって変わります。パラメータfは、測定周波数です。またキャパシタのインピーダンスは、キャパシタンスに反比例します。したがってキャパシタの容量が大きくなるほど、より低いインピーダンスの範囲で測定します。

測定範囲とインピーダンス・レンジ

測定レンジ	ソース抵抗値	抵抗値	インダクタンス[1]	キャパシタンス[2]
3	25.0 Ω	10 μΩ〜 100.0 Ω	0.0001 μH〜 15.9/f H	99999 μF〜 1.59/f mF
2	400 Ω	100.0 Ω〜 1.6 kΩ	15.9/f H〜 256/f H	1.59/f mF〜 99.5/f μF
1	6.4 KΩ	1.6 kΩ〜 25.6 kΩ	255/f H〜 4074/f H	99.5/f μF〜 6.22/f μF
0	100 KΩ	25.6 kΩ 2000 MΩ	4074/f H〜 99999H	6.22/f μF〜 .00001 pF

1 f は測定周波数

2 f は測定周波数

オートレンジ(範囲の自動調整)

通常の操作では、本器での測定範囲は試料に最も適したレンジに自動的に切り替わります。現在の範囲外のインピーダンスを本器で測定すると、レンジを一段階拡大するかレンジを一段階狭くして、もう一度測定が行われます。この測定結果が現在のレンジ内であれば、結果を表示します。レンジ外であればレンジをさらに変更して(可能な場合)、この手順を繰り返します。部品がレンジの境界上にある場合に繰り返し範囲が変更されることを避けるため、測定レンジはヒステリシスを持っています。測定したインピーダンスがそのレンジの中間値のインピーダンス(つまり供給側インピーダンス)の450%を超えた場合、あるいは測定範囲を12.5%超えた場合、レンジが拡大されます。測定したインピーダンスがそのレンジの中間値のインピーダンスを22%下回った場合、あるいは測定範囲より12.5%下回った場合、測定レンジを狭くします。実際にレンジが変更される値については、下記の表を参照してください。

オートレンジでのレンジの変更ポイント

レンジをより低いインピーダンスに変更		レンジをより高いインピーダンスに変更	
レンジの変更	インピーダンス	レンジの変更	インピーダンス
2から3へ	Z < 88 Ω	3から2へ	Z > 115 Ω
1から2へ	Z <1.4 kΩ	2から1へ	Z > 1.8 kΩ
0から1へ	Z < 22.4 kΩ	1から0へ	Z > 29.9 kΩ

レンジ・ホールド

場合によっては、オートレンジを無効にした方が目的に適っていることもあります。範囲が切り替わるたびに、測定サイクルを毎回ほぼ完全に繰り返すことになるからです。フィクスチャに試料が接続されてなく本器が連続トリガ・モードの場合、これがわずらわしい場合もあります。これは、フィクスチャがオープン状態の場合、非常に大きな(ほぼ無限大の)インピーダンスであるように見えるからです。その場合、本器はいったんオートレンジで範囲0に範囲を調整して、その後フィクスチャに部品が挿入されるたびに、再びオートレンジで適切な測定範囲に戻ることになります。測定速度が重要である場合や、同様な値の部品を多数測定する場合には、レンジ・ホールドが役立ちます。

レンジ・ホールドを行うには2種類の方法があります。単に[Range Hold]キーを押すことにより、現在の測定範囲をホールドできます。[Range Hold]キーの上のLEDは、本器がレンジ・ホールド状態であることを示しています。また、ENTRYディスプレイから測定範囲を直接入力することもできます。[Display]キーを使用してENTRYディスプレイを選択し、[Range Hold]を押します。メッセージ'rAngE'が左側のディスプレイに表示され、現在のレンジ(0-3)が右側のディスプレイに表示されます。希望するレンジを入力して[ENTER]キーを押します。入力後、[Display]キーを使用して希望するディスプレイに戻ります。レンジ・ホールド中は、レンジ・ホールドLEDが点灯します。無効なレンジを入力するとビープ音が鳴って、メッセージ'rAngE ErrOr'が表示されます。本器は、入力した範囲を受け付けません。これを試みるとビープ音が鳴って、'r-f Error'(範囲-周波数エラー)が表示されます。

本器をオートレンジ・モードに戻すには、[Range Hold]キーを押します。

部品のインピーダンスがそのレンジの公称値の100倍より大きい場合、'ovEr rAnGE'(オーバーレンジ)エラーが表示されます。この場合、測定により適した範囲を選択します。最適な測定範囲外で部品を測定すると、測定確度は下がります。範囲外の測定の確度は、以下のとおりです。公称範囲の2倍を超えると、全体の誤差は基準誤差の分だけ増加します。例えば部品のインピーダンスが公称範囲の4倍になる場合(2倍のさらに2倍)全体の誤差は基本確度+2×基本確度です。この場合、全体の誤差は3×基準誤差に増えます。詳細については、確度の項を参照してください。

定電圧

測定では、通常の供給側抵抗を使用しない、特別なドライブ電圧を使用しなければならない場合があります。この場合、[Cons Volt]キーを使用して供給側インピーダンスを25 Ωに固定します。試料両端の電圧は、25 Ωより十分大きいインピーダンスのすべての部品でほぼ一定です。本器が定電圧モードの場合、オーバーロードを防止するために測定レンジを変動します。ただし、測定確度も1/2に下がります。詳細は、確度の項を参照してください。下記の表は、定電圧を使用する場合のインピーダンスの範囲の一覧です。

4.操作

定電圧モードでの測定範囲とインピーダンス範囲

測定レンジ	ソース抵抗値	抵抗値	インダクタンス[1]	キャパシタンス[2]
3	25.0 Ω	10 μΩ〜 360 Ω	0.0001 μH〜 57/f H	99999 μF〜 442/f μF
2	25.0 Ω	360 Ω〜 57.6 kΩ	57/f H〜 917/f H	442/f μF〜 27.6/f μF
1	25.0 Ω	5.76 kΩ〜 90.0 kΩ	917/f H〜 14324/f H	27.6/f μF〜 1.77/f μF
0	25.0 Ω	90.0 kΩ〜 2000 MΩ	14324/f H〜 99999H	1.77/f μF〜 .00001 pF

1 f は測定周波数

2 f は測定周波数

定電圧モードでオートレンジの場合の測定レンジの変更ポイント

レンジをより低いインピーダンスに変更		レンジをより高いインピーダンスに変更	
レンジの変更	インピーダンス	レンジの変更	インピーダンス
2から3へ	Z < 315 Ω	3から2へ	Z > 400 Ω
1から2へ	Z <5.04 kΩ	2から1へ	Z > 6.4 kΩ
0から1へ	Z < 78.8 kΩ	1から0へ	Z > 100 kΩ

特定の条件下では、'ovEr LoAd' メッセージが表示されます。通常これは、レンジ・ホールドがオンで、本器が定電圧モードの場合に起こります。修正するには、よりインピーダンスの高い範囲に変更するか、オートレンジに変更します。

バイアス

キャパシタには、内部または外部の DC バイアス電圧を印加できます。一般に HP E4925A の測定電圧でキャパシタが破壊されることはありませんが、電解コンデンサとタンタル・コンデンサでは、正確な測定に正のバイアス電圧が必要です。2 VDC 内部バイアス電圧または 40 VDC までの外部バイアス電圧を使って、実際の動作条件を想定して測定を実行できます。また外部バイアス機能を使って、半導体素子に対して C-V 測定を行うこともできます。

測定するキャパシタが正しい極性で挿入されていることを常に確認してください。

警告

バイアス電圧は常に右側が正で、HP E4925A ではマークが付けられています。正しい極性を守らないと、試料および人体に損傷を与える場合があります。充電されたキャパシタには、DC バイアス電圧を放電せずにフィクスチャから取り外すと、長時間電荷が蓄えられている状態になることに注意してください。測定後は、必ずキャパシタを放電してください。高電圧の外部バイアスを使用する場合は、特にこのことにご注意ください。放電を怠った場合、試料と HP E4925A の両方に損傷が及ぶ場合があります。HP E4925A は、最大 200 V DC で蓄積エネルギー 1Joule($C \cdot V^2$ /2) までのキャパシタの放電に対しては、保護回路で内部回路を保護します。

内部および外部のバイアス回路は、本器が C+D モードまたは C+R モードの場合に限って動作します。本器が R+Q モード、L+Q モード、AUTO モードの場合、バイアスは印加できません。バイアスを印加できないモードでバイア

ス・キーを押すと、"biAS for c"というエラー・メッセージが表示されます。バイアス回路がアクティブな場合、測定中のキャパシタの両端電圧が短時間で安定するよう、常に本器は定電圧モードです。このモードの範囲と確度への影響は、定電圧の項を参照してください。

内部回路の場合、バイアス電圧を印加してから試料が安定するまでそれほどの時間はかかりません。時間は主に、ソース抵抗値と測定中のキャパシタと内部ACカップリング・キャパシタ (.47 μF) によるRC時定数によって決定されます。連続トリガをかけると、この間にHP E4925Aの読み値が変動する場合があります。この場合、最初の読み値は無視してください。これが問題となる場合は、(トリガまで短時間待つ) トリガ・モードを使用するか、整定時間を長くします。整定時間の設定方法については、測定レートの項を参照してください。また一部のキャパシタのキャパシタンスは、DC電圧に変動があるとゆるやかにドリフトします。

内部バイアス

2.0 VDC内部バイアス電圧を印加するには、まずキャパシタが正しい極性でテスト・フィクスチャに取り付けられていることを確認します (右側が正)。次に [Internal] バイアス・キーを押して、バイアス電圧を印加します。数秒間で読み値が安定します。フィクスチャから部品を取り外す前に、[Internal] バイアス・キーをもう一度押してバイアスをオフにし、キャパシタを放電させます。

外部バイアス

HP E4925Aには、試料両端に+40VDCまでの外部バイアス電圧を印加できるコネクタがリア・パネルにあります。この電源には、フローティング型を使用する必要があります (両極とも接地されていない)。またこの電源に対する電流の上限は250 mAです。スイッチング電源でなく、リニア電源の使用をお勧めします。電源にはフィルタをかけて、バイアス電圧からのリプルを除去します。バイアス電源への接続は、リア・パネルにある2つのバナナ・ジャックを使用してください。赤いジャックを電源の正の側に、黒いジャックを負の側に接続します。極性が逆の電圧が印加されないよう、本器内部にはダイオードがあります。バイアス電源ラインのヒューズは、リア・パネルのバナナ・ジャックの隣にあり、250 mAです。外部バイアスがオンのときにHP E4925Aで測定が安定しない場合、外部バイアス・ヒューズをチェックしてください。ヒューズは、0.25A、250V、slo-blo、UL/CSAタイプ (HPパーツ番号 :2110-0201) です。ヒューズは、HPサービス・センターにご注文ください。バイアス電源が逆に接続されると、バイアス電源ヒューズが切れます。測定したキャパシタをフィクスチャから取り外す前に、バイアス電圧を放電するための準備をしておいてください。一般に、バイアス電源を確実に安全に操作するには、外部スイッチや放電用の抵抗が必要です。

外部バイアス電圧を印加するには、バイアス電源が正しく接続されていることを確認します。次に、テスト・フィクスチャにキャパシタが正しい極性 (右側が正) で取り付けられていることを確認します。[External] バイアス・キーを押して、バイアス電圧を印加します。数秒間で読み値が安定します。測定が完了したら、フィクスチャから取り外す前に、試料を必ず放電してください。

小容量のキャパシタ (<500 μF) を低いバイアス電圧 (<20 VDC) で使用し、かつ使用頻度が低い場合 (生産以外)、HP E4925Aは内部でキャパシタを放電できます。[External] バイアス・キーを押して、バイアスをオフに切り替えます。本器では、内部バイアスと同じ方法でキャパシタを放電します。バイアス電圧やキャパシタの容量が上記より大きい場合に放電するには、バイアス電源の両端に抵抗を接続する方法があります。バイアス電源をオフにし、この抵

抗でキャパシタを放電させてからフィクスチャから取り外してください。このとき、バイアス電圧が放電用の抵抗を流れて生成された定常電流をこの抵抗で処理できることと、この余分な電流をバイアス電源で供給できることを確認してください。キャパシタが大容量で電源電圧が高い場合、バイアス電圧をキャパシタから放電するための外部スイッチが必要になります。

測定レート

HP E4925A には、3 種類の測定レート、SLOW(低速)、MEDIUM(中速)、FAST(高速) があります。それぞれ、周波数 1 kHz および 10kHz で毎秒 2 回、10 回、20 回測定を行います。周波数が 100 Hz と 120 Hz の場合、測定回数はこの約 1/10 になります。下記の表は、さまざまな測定周波数での最大測定レートの一覧です。本器がオートレンジ・モードではなく、選別が無効で、HP-IB インタフェースと RS232 インタフェースのどちらもアクティブでない場合に、この最大測定レートになります。測定レートは、確度に影響します。SLOW と MEDIUM が最も正確で、FAST の確度は劣ります。

測定レート (毎秒の測定回数)

周波数	SLOW	MEDIUM	FAST
10 kHz	2.8	14	27
1 kHz	2.7	13	24
120 Hz	0.7	2.8	7
100 Hz	0.6	2.4	6

実際の測定時間は、次の等式から計算できます。

$$T_{meas} = T_s + [(N_i \cdot 1/f + T_{di} + T_{rs} + T_d) \cdot Nm] + T_{calc}$$

ここで T_s = 整定時間、N_i = 測定で使用する測定周波数の周期数、f = 測定周波数、T_{di} = 逆積分時間、T_{rs} = 再同期時間、T_d = 遅延時間、N_m = 測定ごとの補助測定の回数、T_{calc} = 計算時間です。T_{di}、T_d、T_{calc}は定数です。T_{rs}と f は測定周波数によって設定されます。N_iと Nm は測定レートによって決定され、T_sはユーザが設定できます。適切な値は下記の表を参照してください。

N_m	SLOW	8
	MEDIUM	8
	FAST	5

		100,120 Hz	1 kHz	10 kHz
Ni	SLOW	20	40	400
	MEDIUM	4	4	40
	FAST	2	2	20

T_{rs}	1/f
T_{di}	2 ms
T_d	2 ms
T_{calc}	3 ms
T_s	2-99 ms

これらの要因に加えて、オートレンジ、選別、HP-IB インタフェースや RS232 インタフェースなどを使用すると、測定時間はさらに長くなります。選別によって全体の測定時間は約 2.5 mS 長くなり、オートレンジでは

n·(T_{meas} - 1mS) 長くなります。ここで n は必要な範囲変更の回数で、T_{meas} は、上記のように計算します。

HP-IB インタフェースや RS-232 インタフェースを使用する場合、余分にかかる時間を決定するのは困難です。ボー・レート、コンピュータの速度、ソフトウェアによって変わるからです。コマンドを受信してから本器が応答するのに約 5 mS かかります。また、インタフェース経由で返すために応答をフォーマットするのに約 5 mS かかります。一般に、測定周波数の設定や機器の測定範囲のチェックなど単純なコマンドと応答は、約 10 mS で返すことができます。XALL?などの長い応答は、RS232 経由では 2 秒かかります。通信速度が重要である場合、転送バイト数の少ないバイナリ・データ・フォーマットを使用できます。

整定時間 (トリガディレイ)

本器がトリガされてからすぐに測定を実行しない方が有利な場合もあります。測定を遅らせることで、キャパシタのバイアス電圧を安定させたり、ハンドラの接点を安定させることができます。整定時間は、1 ms 間隔で 2〜99 ms に設定します。整定時間を設定するには、左側のディスプレイに'SEttL'メッセージが表示されるまで [Calibrate] キーを押します。現在の整定時間の値は右側のディスプレイに表示されます。2〜99 の範囲で新しい整定時間の値を入力して、[ENTER] キーを押します。無効な値を入力すると、ビープ音が鳴って、'rAngE Error'が表示されます。

トリガ

HP E4925A では、連続して測定を行ったり、トリガに応答して測定を行うことができます。トリガ・モードを変更するには、CONT(連続) または TRIGGERED(トリガ) のどちらかのモードの LED が点灯するまで [Mode] キーを押します。連続モードでは、本器に対して最大測定レートで自動的にトリガがかかります。トリガ・モードでは、[Trigger] キー、RS232 インタフェース、HP-IB インタフェース、ハンドラ・インタフェースからトリガをかけることができます。測定中、現在の測定が終了するまで、本器は受信したすべてのトリガを無視します。本器にトリガがかかると、常に TRIG LED が点滅します。トリガ・モードでは、本器はトリガがかかるたびに 1 回の測定を行います。

ストア (STORE) とリコール (RECALL)

[Store] と [Recall] によって、9 種類の機器設定を不揮発性メモリにセーブできます。選別の構成や、OPEN 補正および SHORT 補正など、すべての測定条件もセーブされます。

Store(ストア)

設定をストアするには、[Store] キーを押します。ディスプレイに'StorE'メッセージが表示されます。ストアする設定番号 ([1] - [9]) を押して、[ENTER] キーを押します。[Store] [0] [ENTER] はエラーになります。設定 0 は工場初期設定です。

Recall(リコール)

ストアした設定をリコールするには、[Recall] キーを押します。'rcL'メッセージが表示されます。ストアした設定番号 ([1] - [9]) を押して、[ENTER] キーを押します。[Recall] 0 では、ヌル補正値も含めて初期設定に戻ります。セルフ・テスト中に'CAL Err 4'メッセージが表示されたり、設定のリコールのときに'rcL Err'メッセージが表示される場合、ストアした設定が失われています。この場合は、再度入力しなければなりません。

測定部品の接続

HP E4925A には、ラジアル部品の測定用に内蔵のケルビン・フィクスチャがあり、アキシャル部品の測定用にアダプタがあります。フィクスチャでは試料に4線式のケルビン接続が可能で、測定誤差の原因となる浮遊インピーダンスを最小化します。このフィクスチャは、ほとんどの部品で使えます。したがって、特別なフィクスチャは不要です。**フィクスチャの構成を変更すると、測定の前に常に、OPEN 補正と SHORT 補正を実行する必要があります。** OPEN 補正と SHORT 補正の値は、機器の設定とともに [Store] キーと [Recall] キーを使って不揮発性メモリに保存されます。これによって、フィクスチャの異なる補正値をストアして、別の測定の設定が必要になったときにリコールできます。また測定中、手やその他の物体をフィクスチャに近づけないよう注意してください。測定確度に影響する場合があるからです。フィクスチャの下にはカバーがあり、フィクスチャから落ちたリード線を受ける構造になっています。リード線の取り外しや、フィクスチャの一般的な保守についての詳細は、サービスマニュアルを参照してください。

ラジアル部品

ラジアル (リード線がパッケージの片面から出ている) 部品を測定するには、まずフィクスチャからアダプタや他の部品を取り外します。ケルビン接続の邪魔になるからです。次に、リード線がワックスなどのコーティングで汚れていないことを確認します。汚れていると接触の信頼性が下がり、また汚れが少しずつフィクスチャ内に蓄積していきます。2本のリード線を1本ずつフィクスチャのそれぞれの側のほぼ中央に挿入して、測定を行います。

アキシャル部品

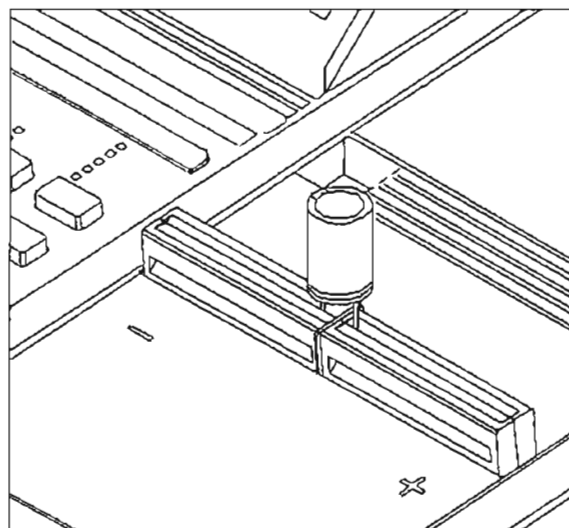
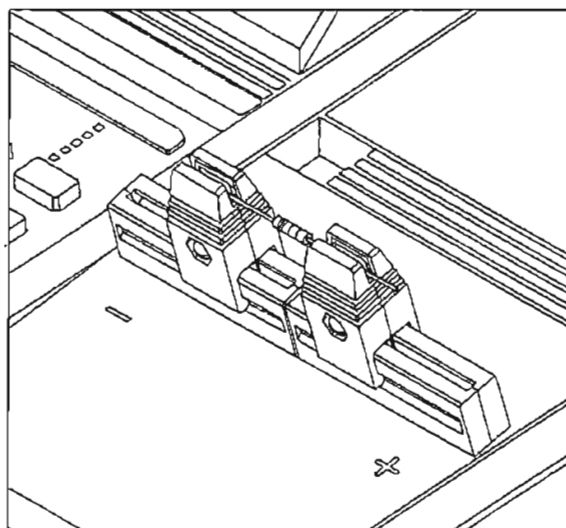
アキシャル (リード線がそれぞれパッケージの反対の面から出ている) 部品を測定するには、まず他の部品をフィクスチャから取り外します。2つのアキシャル用アダプタをフィクスチャのそれぞれの側のほぼ中央にインストールして、アダプタをスライドさせて距離を調整します。試料がフィクスチャのほぼ中央にくるようにするためです。リード線が汚れていないことと、両方のフィクスチャ・アダプタに挿入されていることをチェックします。アキシャル用アダプタを取り外したら、紛失しないように、フィクスチャの後ろにある2つの保管スロットに置いてください。

ラジアル部品用フィクスチャ
(部品を挿入した状態)

アキシャル部品用フィクスチャ
(部品を挿入した状態)

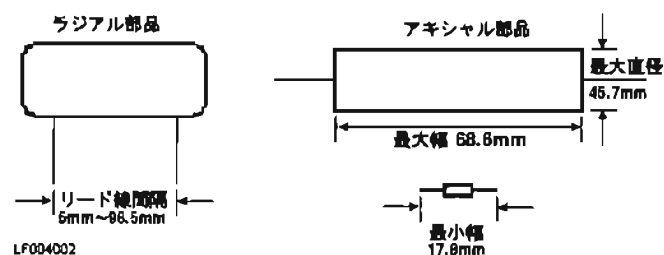
図 4-2. 測定部品の接続

測定部品のサイズ

ラジアル用フィクスチャでは、リード線の間隔が 5mm〜96.5mm、長さが最短で 4mm の部品を測定できます。アキシャル用アダプタでは、本体が最長

68.6mm で、直径が最大 45.7mm の部品を測定できます。両方のアダプタは、最低でも 3.0mm 離れていなければなりません。リード線の長さは (2本とも) 最短で 6.4mm ですが、部品とリード線を合わせた全体の長さは、最短で 17.8mm です。下記の図を参照してください。以上のどちらのフィクスチャの構成でも、リード線の直径は.20mm(32 AWG)～1.8mm(13 AWG) までです。

図 4-3. 測定部品のサイズ

4. 操作

オプションのフィクスチャ

アダプタ

ケルビン・クリップ・テスト・フィクスチャ、SMD ピンセット・テスト・フィクスチャ、HP E4925A の内蔵フィクスチャは、すべての同じアダプタを使用して接続します。フィクスチャ・アダプタをインストールするには、まずフィクスチャから他の部品やアダプタを取り外します。それからアダプタの極性と HP E4925A の極性を合わせて、フィクスチャ・アダプタをフィクスチャに差し込みます。中央のクリップが必ず中央の保護用アースに接触するようにしてください。

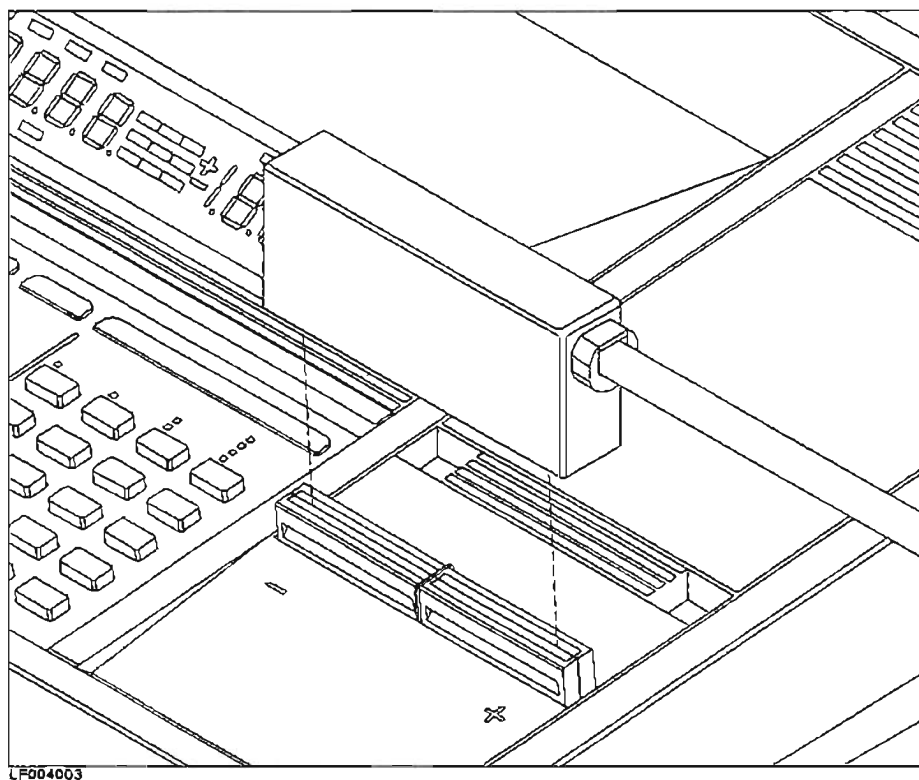
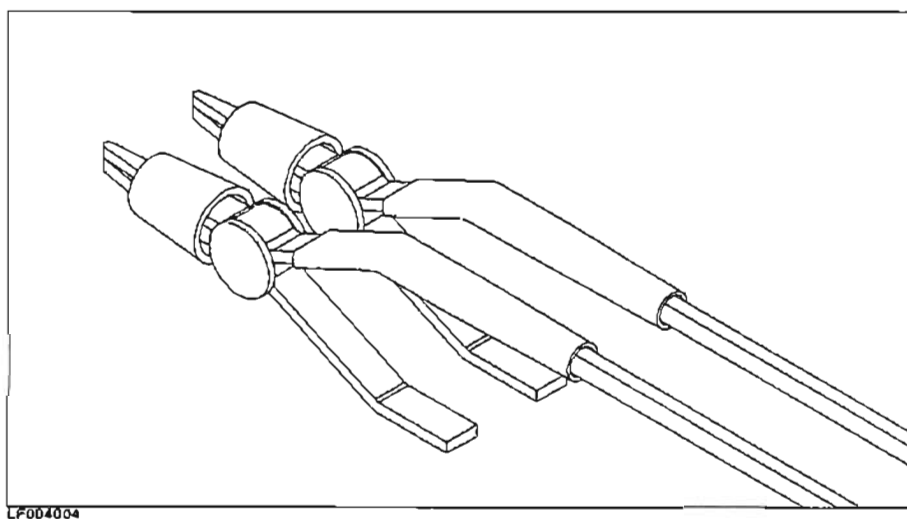



図 4-4. アダプタ

ケルビン・クリップ

ケルビン・クリップ・テスト・フィクスチャで、サイズの大きな部品や不定型な部品を測定します。直径 7.6 mm までのリード線を接続できます。ケルビン・クリップで測定部品に接続して、バイアスをかけて測定する場合、ケルビン・クリップの赤いリード線がフィクスチャの"+"側を表していることに注意してください。部品の 2 本のリード線に 1 つずつクリップを接続して測定を行います。フィクスチャの構成を変更した場合、OPEN 補正と SHORT 補正を必ず実行してください。ケルビン・クリップ・テスト・フィクスチャは、測定周波数が 1 kHz 以下でインピーダンスが 1 MΩ以下の条件で使用した場合に最良の結果が得られます。これより高い周波数では、リード線の位置とその他の微妙な条件によって浮遊インピーダンスが変動して、測定の確度に影響する場合があります。これらの上下限値外の測定には、本体のテスト・フィクスチャをお勧めします。

図 4-5. ケルビン・クリップ

4.操作

SMDピンセット・テスト・フィクスチャ

SMDピンセット・テスト・フィクスチャは、テスト・フィクスチャとハンドリング・ピンセットを組み合わせたもので、表面実装部品を測定します。ピンセットで幅10.2mmまでの測定部品にケルビン接続でき、小さな部品の測定や選別が簡単になります。フィクスチャの前の部品トレイには、選別や測定中に部品を置くと便利です。HP E4925AフィクスチャとSMDピンセットとの接続方法は、ケルビン・クリップの接続方法と同じです。フィクスチャの設定を変更したら、OPEN補正とSHORT補正を必ず実行してください。バイアスをかけて行うキャパシタンスの測定用に、ピンセットにはフィクスチャと同じ極性マークがあります(一部のフィクスチャには、極性マークがありません。シルクスクリーンのある側が正です)。測定を行うには、SMDピンセットで部品を挟んで、部品の端子がピンセットの先端と接触するようにします。先端が摩耗したり壊れた場合、先端を交換できます。交換についての詳細は、サービスマニュアルを参照してください。

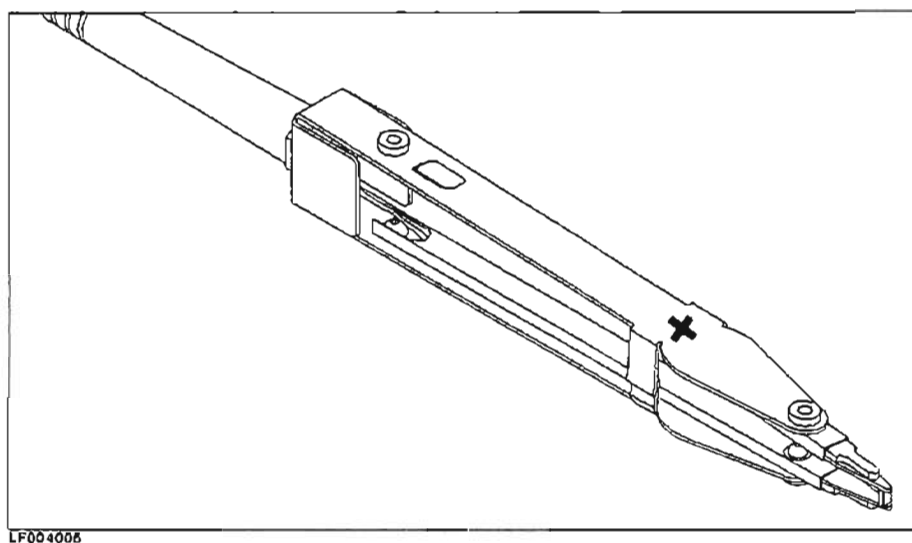
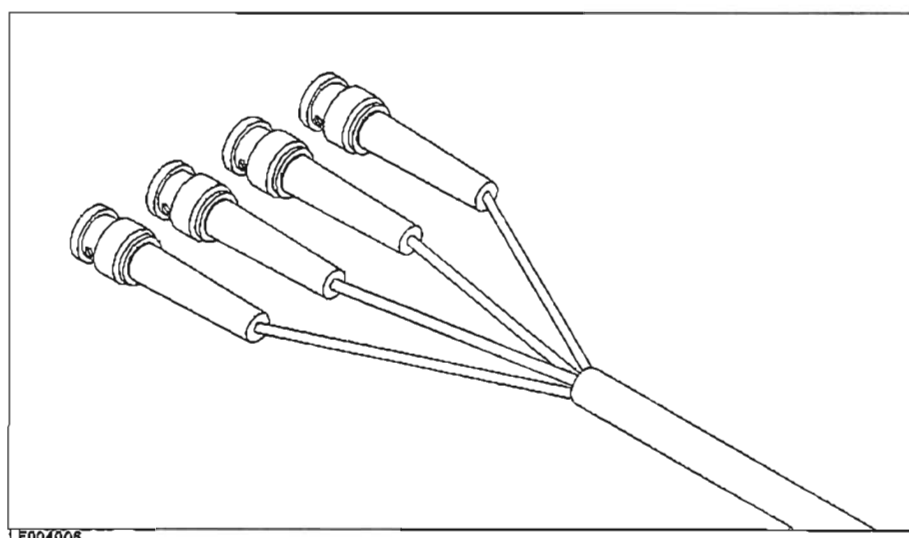



図 4-6. SMDピンセット

BNC アダプタ

1m の延長ケーブル・セットで、他の測定機器や、スイッチング・ネットワーク、リモート・テスト・フィクスチャに HP E4925A を接続します。アダプタは、ケルビン・クリップや SMD ピンセットと同じ方法でテスト・フィクスチャに接続します。4 本の同軸ケーブルに、I_h(赤: ＋ドライブ信号)、I_l(青: －ドライブ信号)、V_h(オレンジ: ＋センス信号)、V_l(紫: －センス信号) のラベルが付けられています。これらのケーブルを部品に接続する場合、2 本の＋信号を部品の一方のリード線に接続し、2 本の－信号をもう一方のリード線に接続します。DC バイアス信号を使用している場合、＋のリード線の極性はフィクスチャと同じです。4 本のケーブルのシールドは、相互に接続されてはいません。2 本のドライブ接続 (I_h と I_l) のシールドは互いに接続し、可能であれば、フィクスチャや試料のシールド、ケース、またはガードに接続してください。センス信号 (V_h と V_l) のシールドは、接地しないでください。延長ケーブルを使用する場合、コネクタのシールドが相互に接続されていないことが重要です。

図 4-7. BNC アダプタ

4. 操作

OPEN 補正と SHORT 補正 (ヌル補正)

OPEN 補正と SHORT 補正 (フィクスチャのヌル補正) によって浮遊インピーダンスを補正します。この補正によって、リード線のインピーダンスと、フィクスチャ、ケーブル、その他の浮遊キャパシタンスが修正されます。ヌル補正は、すべての周波数とすべての範囲を補正します。つまり、周波数を変更しても再補正する必要はありません。フィクスチャの構成やドライブレベルを変更した場合は、必ずヌル補正を実行してください。重要な測定の場合、頻繁に (できれば一日に数回) ヌル補正を実行する必要があります。OPEN と SHORT の補正値は [Store] キーと [Recall] キーを使って保存できます。

ヌル補正の手順は、CAL メニューにあります。メッセージ'nuLL cAL' がディスプレイに表示されるまで [Calibrate] キーを押します。[ENTER] キーを押すと、メッセージは'Short cAL' に変わります。26〜16 AWG(直径 0.51〜1.30 mm) のワイヤをフィクスチャに置きます。[ENTER] キーを押して、手やその他の物体をフィクスチャから離します。SHORT 補正が終了すると、メッセージ'oPEn cAL' が表示されます。ショート・ワイヤを外して、[ENTER] を押し、再度手をフィクスチャから離します。終了すると、メッセージ'cAL donE' が表示されます。最後に、[Display] キーを押して、希望するディスプレイに戻ります。

補正のヒント

測定時と同じ構成で OPEN、SHORT 補正を行うのが最良の方法です。これにより、浮遊インピーダンスを可能な限り打ち消すことができます。また測定中に存在しない手や金属片などの物体は、フィクスチャに近づけないようにします (インピーダンスへの手の影響を観察するには、〜10pF の小容量キャパシタをフィクスチャに置き、フィクスチャに手を近づけると測定キャパシティが変化する様子を観察してください。これは、手がフィクスチャ周囲のの電界を乱すことに起因しています)。高いインピーダンスを測定する場合、OPEN 補正はフィクスチャの接触面が汚れていない方がより正確になります。紙 (目の粗い紙が良い) で接触面の間をこすって、接触面を (ある程度の汚れであれば) クリーニングできます。

ラジアル部品用フィクスチャ　付属のショートプレートを使用します。

注記

付属のショートプレートの残留インピーダンスは 1kHz において L=30nH、R=2mΩ(参考値) です。

アキシャル部品用フィクスチャ・アダプタ　フィクスチャの希望する位置に、アキシャル用アダプタを設置します。ショート・ワイヤには、測定を行う部品と同じように接触する、まっすぐなワイヤまたはリード線 (26〜16 AWG) を使用します。

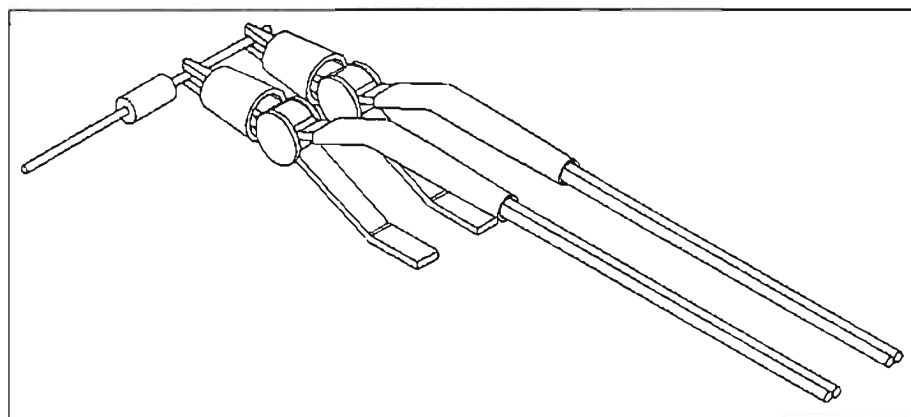
ケルビン・クリップ　ケルビン・クリップで正確なヌル補正を行うのは、フィクスチャ単体で行うよりも困難です。これは、物理的な構成を管理しにくいためです。この場合も、ヌル補正の間は、実際の測定時の構成にできるだけ近くなるよう部品を配置します。SHORT 測定の場合、2 つのクリップ同士を接続しないようにします。実際の測定とまったく同じ定抵抗になるよう、2 つのクリップを試料の同じ側に接続してください。OPEN 測定の場合、一方のクリップを試料に接続して、もう一方のクリップを測定時とほぼ同じ間隔だけ離します。この場合でも、ヌル補正の間は手やその他の物体をクリップに近づけないようにします。下図を参照してください。

LF004007

図 4-8. ケルビン・クリップ補正

SMD ピンセット

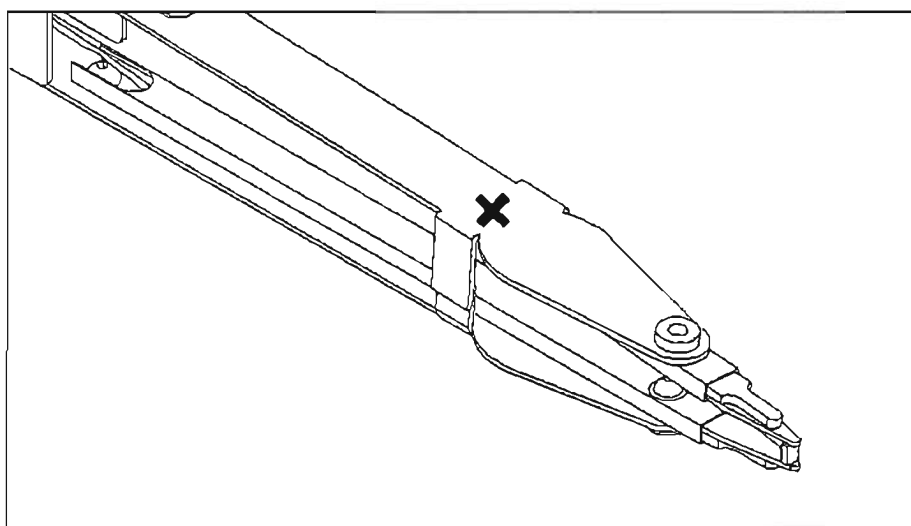
SMD ピンセットの場合、正確な補正は困難です。ピンセットの位置が変化し、測定時には常に測定者の手が試料の近くにあるためです。付属のショート・ブロックを使用します。ピンセットの先端同士は接触させないでください。SMD 端子の両端をショート・ブロックの試料と同じ幅の所に接続して短絡回路を形成するようにします。OPEN 補正を行う場合、ピンセットの先端の距離を部品の測定時とほぼ同じ距離に保って、手の位置も測定時の位置に保ちます。以前ヌル補正に使用した部品 (ショート・ブロック) を測定して、ヌル補正の"品質"を時々チェックすると良いでしょう。残留誤差が測定の許容値より大きい場合、許容できる精度が達成されるまで補正を再度実行しなければならない場合があります。

LF004008

図 4-9. SMD ピンセット補正

その他のフィクスチャ

通常、上記で説明したヌル補正の実行手順に従います。測定時と同様な構成を使用して、試料以外の物体は離しておきます。

選別

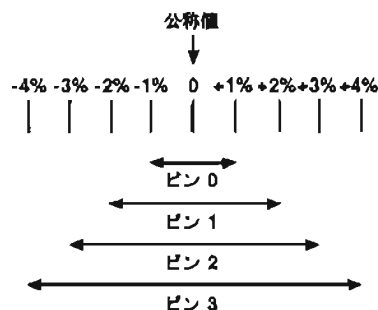
HP E4925A には部品の選別に役立つ機能が内蔵されています。この機能は、生産試験、受入検査、部品のマッチング、同様な値を持つ複数の部品を測定しなければならないテストに特に役立ちます。この選別機能では、ユーザが主パラメータと従パラメータを読み取った後で処理を決定する必要がないため、簡単に部品を選別できます。[Store] と [Recall] で 9 つまでの選別構成を入力、保存できるため、別の設定への変更も容易です。また、RS-232 インタフェースと HP-IB インタフェースのどちらかを経由して、選別の構成を入力することもできます。HP E4925A では、部品を 10 通りのビンに選別できます。ビンには、8 つの合格 (pass) ビン、従パラメータの不合格 (minor parameter failure) ビン、一般の不合格 (general failure) があります。選別操作は、フロント・パネルの BINS ディスプレイ、標準の RS-232 コンピュータ・インターフェス、オプションの HP-IB インタフェースまたはハンドラ・インタフェースから実行できます。

HP E4925A は、合格/不合格 (Pass/Fail) 型、オーバラップ型、シーケンシャル型の 3 つの選別方式をサポートしています。合格/不合格型には、ビンは 2 つしかありません。良品のビンとそれ以外の部品のビンです。オーバラップ型には公称値が 1 つあり、その公称値を外れるとしだいにビン番号の大きなビンに分類されます (+/−1%、+/−2%、+/−3%)。シーケンシャル型には、一定のパーセンテージ間隔の公称値が複数あります (公称値の 90%、95%、100%、105%(5%リミット時))。あるいは単一の公称値と、非対称型の上下限値を設定することもできます (−3%〜−1%、−1%〜1%、1%〜3%)。上下限値は、対称 (+/−2%) または非対称 (−5%〜−1%) に設定できます。さまざまな選別方式の例を以下に記します。

オーバラップ型ビン　単一の公称値をそれを中心として漸増する対称型上下限値による抵抗(100Ω)の選別

公称値= 100 Ω
ビン0:+/-1%
ビン1:+/-2%
ビン2:+/-3%
ビン3:+/-4%
ビン8:QDR 不合格ビン(Qが規格外の場合)
ビン9:一般的な不合格ビン(上記のどのビンにも選別されなかった部品用)

オーバラップ型ビンによる選別

公称値
-4% -3% -2% -1% 0 +1% +2% +3% +4%
ビン 0
ビン 1
ビン 2
ビン 3

シーケンシャル型ビン1　複数の公称値と各々に対して対称型の1%上下限値による抵抗(100Ω)の選別

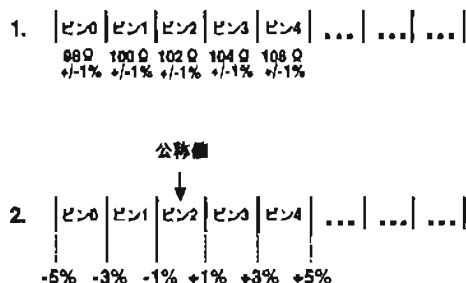
ビン0: 公称値 : 98.2 Ω +/-1%
ビン1: 公称値 : 100 Ω +/-1%
ビン2: 公称値 : 102 Ω +/-1%
ビン3: 公称値 : 104 Ω +/-1%
ビン8: QDR 不合格ビン(Qが規格外の場合)
ビン9: 一般的な不合格ビン

シーケンシャル型ビン2　単一の公称値と非対称型の上下限値による抵抗(100Ω)の選別

公称値 = 100 Ω
ビン0: -5% ～ -3%
ビン1: -3% ～ -1%
ビン2: -1% ～ +1%
ビン3: +1% ～ +3%
ビン8: QDR 不合格ビン(Qが規格外の場合)
ビン9: 一般的な不合格ビン

シーケンシャル型ビンによる選別

1. | ビン0 | ビン1 | ビン2 | ビン3 | ビン4 | ... | ... | ... |
98Ω +/-1%　100Ω +/-1%　102Ω +/-1%　104Ω +/-1%　106Ω +/-1%

公称値
2. | ビン0 | ビン1 | ビン2 | ビン3 | ビン4 | ... | ... | ... |
-5% -3% -1% +1% +3% +5%

LF004009

ビン・データは、[Bin#] キー、[Nominal] キー、[Limit] キーを使用して手動で入力したり、RS232 インタフェースやオプションの HP-IB インタフェースを経由して入力することができます。ビンは、ビン番号と公称値、上下限値 (パーセント単位) で定義されます。ビンに公称値が入力されていない場合、1 つ若いビン番号のビンの公称値が使用されます。ビン 0 は例外です。ビン 0 に公称値やリミットがないと、すべての部品が不合格になります。複数のビンに分類される部品は、ビン番号が最も若いビンに割り当てられます。したがって、ビン番号が若いほど、誤差の許容値を小さくする必要があります。ビンとビンの間のギャップに分類されてしまう部品は、一般的な不合格 (general failure) ビン (ビン 9) に割り当てられます。上限、下限の一方だけを入力した場合、0 を基準にして対称だとみなされます (+/− x %。ここで 'x' は入力したリミット値)。未使用のビンは、0% リミットを割り当て、クローズしていなければなりません。ビンをクリアしたり、[Recall] [0] の順でキーを押すと、すべてのビンがクローズされます。一般的な不合格ビン (ビン 9) と QDR 不合格ビン (ビン 8) の両方に分類される部品は、QDR 不合格ビンに割り当てられます。QDR リミットが上限であるか下限であるかは、測定するパラメータによって変わります。Q 値が負の場合、(抵抗の場合は) 絶対値を入力してください。このとき本器は、QDR 読み値の絶対値と QDR リミットを比較します。QDR ビンには上下限値はなく、公称値だけです。QDR の比較を無効にするには、公称値を十分大きな (または小さな) 値に設定します。

測定するパラメータ	QDR リミット	極値 (無効)
R+Q	最大 Q	9999.9
L+Q	最小 Q	0
C+D	最大 D	9999.9
C+R 直列	最大 R	99999
C+R 並列	最小 R	0

選別の設定

初期状態

本器が AUTO パラメータ・モードの場合、選別情報は入力できません。本器に正しいパラメータが設定されていることを確認してください (R+Q、L+Q、C+D、C+R)。[Bin#] キーを押してビン入力ディスプレイを表示して、本器を入力モードにします。以前の選別情報をクリアしなければならない場合、'bin cLEAr' メッセージが表示されるまで [Bin#] キーを押します。[ENTER] キーを押すとすべてのビン・データがクリアされ、'cLEAr donE' メッセージが表示されます。新しいビン・データを入力したり従来のビン・データを (前にクリアしていない場合に) 編集するには、'bin x' が表示されるまで [Bin#] キーを押します。次に、希望するビン番号を入力します ([0]～[8] に続いて [ENTER])。ビン番号は、右側のディスプレイに表示されます。このビンに、公称値と上下限値を入力します。

合格ビン (ビン 0–7) の公称値

公称値を入力するには、[Nominal] キーを押します。現在の公称値がディスプレイに表示されるか、あるいは以前ビンをクローズしていた場合には、'———' が左側のディスプレイに表示されます。ディスプレイの下の 'NOM' LED が点灯しています。このビンの公称値が必要な場合、数値キーと単位入力キーで希望する公称値を入力します。新しい公称値とその単位が表示されます。すべてのビンに公称値を入力する必要はありません。あるビンに公称値がない場合、ビン番号の若いビンの値を使用します。

合格ビン (ビン 0–7) の上下限値

上下限値を入力するには、[Limit] キーを押します。現在の上限値がディスプレイに表示されます。あるいは以前リミットがなかった場合には、'——' が表示されます。このとき、ディスプレイの下の+LIM LED が点灯します。数値キーと [ENTER] キーを使用して、%単位でリミット値を入力します。非対称型の組み合わせを入力しなければならない場合、もう一度 [Limit] キーを押すと現在の下限値が表示されます。このとき、-LIM LED が点灯しています。上限値と同じ方法で下限値を入力します。対称型の上下限値の場合、上限値だけを入力します。下限値は上限値にマイナス符号を付けた値になります。ビンに上下限値が入力されないと、公称値があってもそのビンはクローズされたままです。

不合格ビン (ビン 8 とビン 9) の値

QDR リミット値を設定するには、ビン 8 を選択して ([Bin#]、[8]、[ENTER] の順にキーを押す)、[Nominal] キーを押します。現在の QDR リミットまたは '———' が、右側のディスプレイに表示され、NOM LED が点灯します。数値キーで値を入力して、[ENTER] キーを押します。C+R モードでの抵抗は、Ω単位で入力します (抵抗値の許容範囲は、0～99999 Ωに限定されています。したがって kΩキーや MΩキーは使用しません)。QDR ビンに

は、上下限値はありません。一般的な不合格ビンであるビン9は設定できません。その他のビンに分類されなかった部品がこのビンに割り当てられます。

選別の有効化

選別を有効または無効にするには、'Sort oFF' メッセージか 'Sort on' メッセージが表示されるまで、[Bin#] キーを押します。このディスプレイで [ENTER] キーを押して、選別のオンとオフを切り替えます。選別が有効な場合、BINNING LED が点灯して、BINS ディスプレイがアクティブになります。同時にハンドラ・インタフェース (インストールしている場合) もアクティブになります。選別が有効な場合、BINS ディスプレイがアクティブであるかどうかには拘わらず、常にハンドラ・インタフェースはアクティブです。詳細は、ハンドラ・インタフェースの項を参照してください。

選別情報の入力はかなり複雑な手順です。実際に入力する前に、選別の設定を書き出しておくと良いでしょう。次ページの選別ワークシートを参照してください。また、頻繁に使用する設定は必ず保存してください。例えば、同じ公称値を使用する1%の抵抗など、特定の設定を編集できます。公称値が入力されているビンがビン0のみの場合、公称値を変更するだけで別の値の抵抗を選別できます。このため、公称値を複数入力する代わりに、公称値が1つでパーセンテージ・リミットの異なる連続した選別データを入力する方が良いでしょう (オーバラップ型上下限値は常にこの方法で入力されます。したがって、ここでの説明はそれ以外の選別スキーマに対するものです)。測定の前に、公称値と上下限値をチェックするようにしてください。これらが変更されていないことを確認するためです。選別設定は、入力と同じ方法で表示できます。値を変更しない場合は、[ENTER] キーを押さないでください。

例

合格/不合格 (PASS/FAIL)

ビン0の公称値と上下限値を入力し、ビン8の QDR 不合格値を入力します。このとき、他のビンがオープンされていない (上下限値を0に設定している) ことを確認してください。合格部品はビン0に分類され、合格しなかった部品はビン8またはビン9に分類されます。

オーバラップ型ビン

ビン0に対する公称値と上下限値を入力します。ビン0以降のビンには、上下限値だけを入力します。許容誤差に厳密な部品が、番号のより若いビンに分類されることを確認してください。上下限値が対称型の場合、上限値のみを入力します。ビン8には QDR リミットを入力します。他のビンがすべてクローズされていることを確認してください。合格した部品は合格ビンのいずれかに分類されます。QDR テストに不合格だった部品はビン8に分類され、どのビンにも分類されなかった部品はビン9に分類されます。

シーケンシャル型ビン

公称値が1つのシーケンシャル・ビンでは、上記のオーバラップ型ビンと同じ手順に従います。公称値が複数のシーケンシャル・ビンでは、オープンしているそれぞれのビンに公称値と上下限値を入力します。上下限値が対称型の場合、上限値のみを入力します。ビン8には、QDR 不合格値を入力します。未使用のビンがクローズされている (上下限値が0に設定されている) ことと、ビンの間に不要なギャップがないことを確認します。合格した部品は合格ビンのいずれかに分類されます。QDR テストに不合格だった部品はビン8に分類され、どのビンにも分類されなかった部品はビン9に分類されます。

選別ワークシート

日付: ____________

部品の公称値 ____________________________

選別の許容誤差: ____________________________

入力者: ____

選別のタイプ: 合格/不合格　　オーバラップ型　　シーケンシャル

表 4-1. 選別ワークシート

ビン番号	公称値	上限	下限
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8		××××	××××
9	××××	××××	××××

オプション 001: HP-IB インタフェース/ハンドラ・インタフェース

HP-IB インタフェース:

HP-IB インタフェースについての詳細とプログラミング例は、リモート・プログラミングの項を参照してください。

ハンドラ・インタフェース:

はじめに

HP E4925A のハンドラ・インタフェースを使って、外部ハードウェアから本器を操作して、部品を測定したり選別できます。測定を調整する制御ライン (-START、-BUSY、-BDA) と、10 本の選別用データ・ラインがあります。ピンの設定手順とオプションについての詳細は、選別の項を参照してください。

タイミング・ダイアグラム:

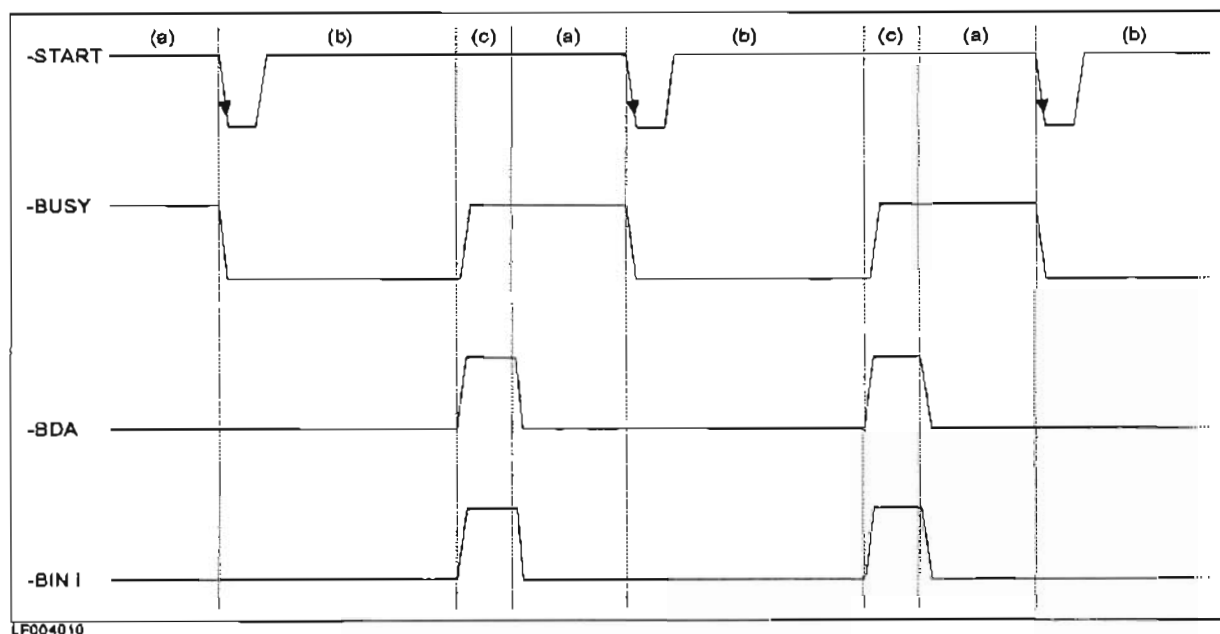



図 4-10. タイミング・ダイアグラム

a. HP E4925A は、測定開始のトリガを待っています。この時点では、以前のビン・データがあればこのデータを利用できます。

b. -START ラインで負方向に向かうパルスが、読み取りをトリガします。-BUSY ラインは下がり、測定が終了するまで下がったままです。

c. 測定が終わると、HP E4925A は試料を入れるべきビンを決定します。この間-BDA(Bin Data Available: ビン・データ利用可能) ラインがアクティブになり、無効なデータを読み取らないようにします。

試料に適したビンの位置が選択されると、-BDA ラインは上昇し、該当するビン・ラインが下がります (下がるのは常に 1 つのビン・ラインだけです)。この時点で、外部ハンドラは試料を離すことができます。部品を決められた位置に置き、新しい部品をフィクスチャに挿入します。HP E4925A は、再びステート (a) に戻ります。

注記: ハンドラの一部では、-BUSY ラインが上昇するとすぐに、試料を選別エリアに移動するよう指示される場合があります。

機械的特性

ハンドラ・インタフェースは、オプション 001 の HP-IB/ハンドラ・ボードの一部で、HP E4925A の背面にある 25 ピンのオス・コネクタ経由でアクセスします。外部ハンドラに接続するケーブルの構造は簡単で、コネクタは金属製の DB25 メス・コネクタ、ケーブルはビニル被覆されています。

コネクタのピン配置は下記のとおりです。

		ピン番号
	ピン 0:	13
	ピン 1:	25
	ピン 2:	12
	ピン 3:	24
	ピン 4:	11
	ピン 5:	23
	ピン 6:	10
	ピン 7:	22
	ピン 8:	9
	ピン 9:	21
	-BUSY:	8
	-BDA:	20
	-START:	3
その他:	+5 電源	ピン 7 とピン 19
	GND	ピン 6 とピン 18

電気的特性

トリガ入力 (-START) ラインは負論理で、アクティブ化するには最低 50ns のパルス幅が必要です (エッジ・トリガ)。TTL レベルを超える電圧に対しては、1N4148 ダイオードにより保護されます。出力には、7406 反転バッファを使います。7406 反転バッファにはオープン・コレクタ出力があり、正しく動作させるにはプル・アップ抵抗が必要です。

注記: 高レベル出力電圧の最大値: 30 V

低レベル出力電流の最大値: 40 mA

例: 出力を 5V 電源に接続する場合、5V/40mA = 125 Ω以上のプル・アップ抵抗が必要となります。

出力でリレー・コイルを駆動する場合、フライバック・ダイオードを追加する必要がありますが、直接接続はお勧めできません。理想的には、すべてのデータ・ラインに光学的絶縁器を用いて、ハンドラからのノイズが測定に干渉しないようにする必要があります。

5

確度

確度決定の詳細な手順

条件

本器の確度を決定する場合、下記の条件が前提となります。

1. ウォームアップ時間: $>$ 30 分
2. 温度: 23 ± 5°C
3. フィクスチャ: 内蔵
4. OPEN 補正と SHORT 補正を実行済み
5. D $<$ 0.1(キャパシタンスの測定)
   Q $<$ 0.1(抵抗値の測定)
   Q $>$ 10(インダクタンスの測定)

確度の算式

試料のインピーダンスが測定範囲内にある場合、測定確度は、測定周波数における基本確度と測定レート、信号の振幅の関数となります。基本確度は、インピーダンスのグラフや、個々のパラメータのグラフから求めることができます。その他の係数は、測定条件と試料のインピーダンスによって決まります。これらを使用して、最適な範囲における測定確度を計算できます。最適な範囲外で測定を行った場合、確度への影響については下記の項を参照してください。

インピーダンスの確度

Z(インピーダンス) の確度 = $\pm [A \times K_i \times K_v + (K_h + K_l) \times 100]$ %

A = 次ページのグラフから求めたインピーダンスの基本確度係数。本器が定電圧 (CV) モードの場合、基本確度係数を 2 倍します。
K_i = 積分時係数 (下記の K_iの表を参照してください)
K_v = ドライブ電圧の誤差係数 (下記の K_vの表を参照してください)
K_h、K_l = 上限、下限の誤差項 (下記の K_hと K_lの表を参照してください)

K_iの表

測定レート	測定周波数	Zm	Ki
SLOW、MEDIUM	全周波数		1
FAST	100 Hz-1 kHz	6.25 Ω<Zm<400 kΩ	3
FAST	それ以外の周波数		2

K_vの表

出力電圧 (Vrms)	Kv
1.0〜0.55	1 / Vout
0.5〜0.3	0.5 / Vout
0.25〜0.15	0.25 / Vout
0.10	0.11/Vout

一次ドライブ電圧が 1.0 Vrms、0.5 Vrms、または 0.25 Vrms の場合、K_vは 1 に等しくなります。

K_hと K_lの表

測定周波数	K_l	K_h
100,120,1k Hz	(1 mΩ / Zm)	(Zm / 2 GΩ)
10 kHz	(1 mΩ / Zm)	(Zm / 1.5 GΩ)

Z_m = 試料のインピーダンス

すべての測定周波数で、インピーダンスが 100 Ωを超える場合は K_lを、インピーダンスが 1 kΩを下回る場合は K_hを無視できます。

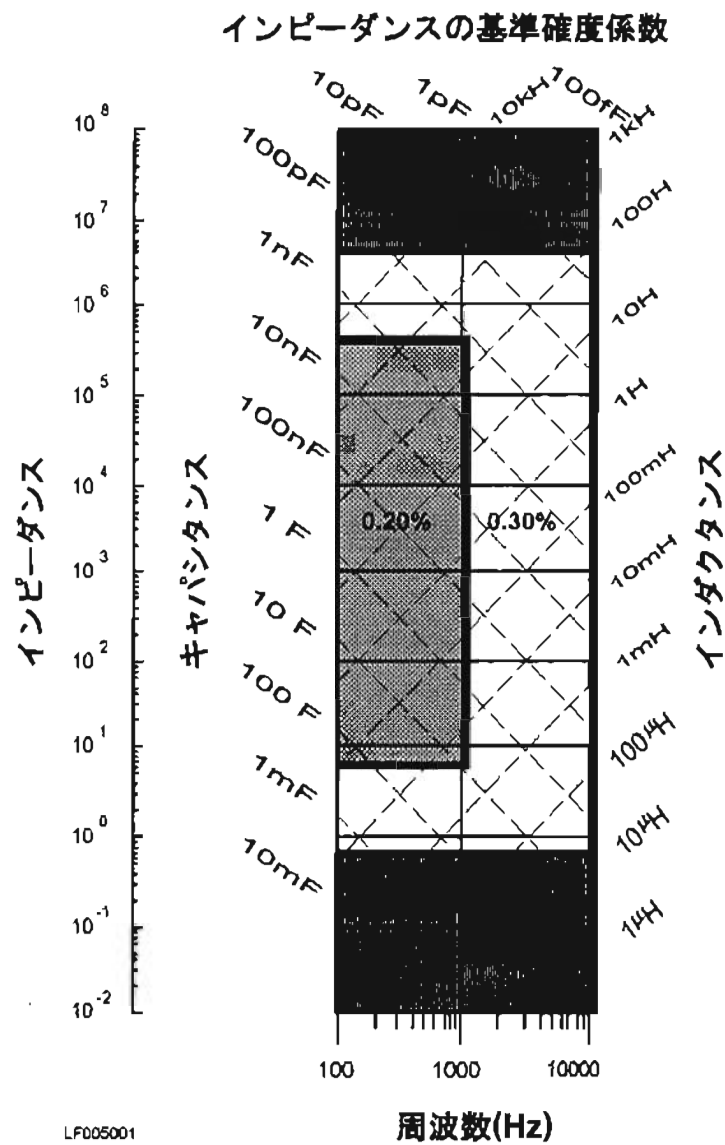



図 5-1. インピーダンスの基本確度係数

R + Q の確度

R の確度 = $\pm [A \times K_i \times K_v + (K_h + K_l) \times 100]$ %

A = グラフから求めた抵抗値の基本確度係数。$|Q| > 0.1$ の場合、基本確度係数に $(1 + |Q|)$ を乗じます。本器が定電圧 (CV) モードの場合、基本確度係数を 2 倍します。
K_i = 積分時係数 (下記の K_iの表を参照してください)
K_v = 電圧の誤差係数 (下記の K_vの表を参照してください)
K_h、K_l = 上限、下限の誤差項 (下記の K_hと K_lの表を参照してください)

Q の確度 = $\pm [(A_r / 100) \times (1 + Q^2)]$

A_r = 抵抗値測定の確度 (上記)

Q の確度は絶対値で指定し、パーセンテージでは指定しません。

Ki の表

測定レート	測定周波数	Z_m	K_i
SLOW、MEDIUM	全周波数		1
FAST	100 Hz～1 kHz	$6.25\ \Omega < Z_m < 400\ k\Omega$	3
FAST	それ以外の周波数		2

Zm = 試料のインピーダンス (抵抗値)

K_vの表

出力電圧 (Vrms)	K_v
1.0～0.55	1 / Vout
0.5～0.3	0.5 / Vout
0.25～0.15	0.25 / Vout
0.10	0.11/Vout

一次ドライブ電圧が 1.0 Vrms、0.5 Vrms、または 0.25 Vrms の場合、K_vは 1 に等しくなります。

K_hと K_lの表

測定周波数	K_l	K_h
100,120,1k Hz	(1 mΩ / Zm)	(Rm / 2 GΩ)
10 kHz	(1 mΩ / Zm)	(Rm / 1.5 GΩ)

R_m =試料の抵抗値

すべての測定周波数で、抵抗値が 100 Ωを超える場合は K_lを、抵抗値が 1 kΩを下回る場合は K_hを無視できます。

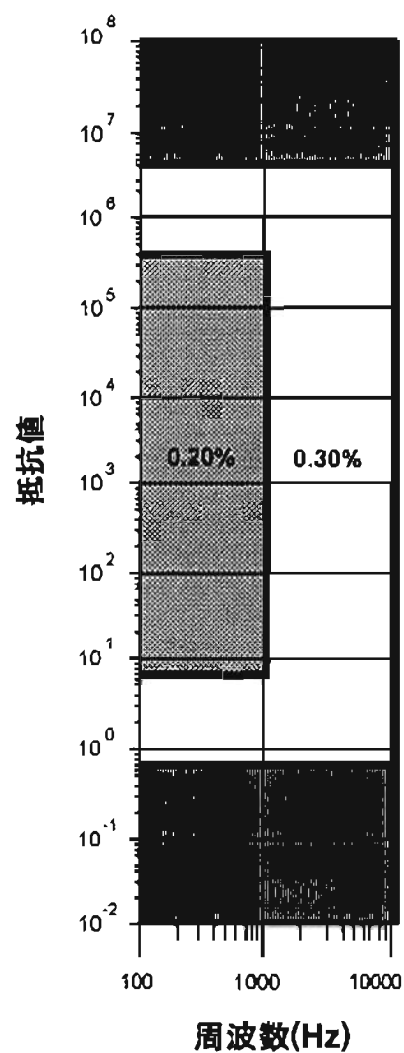



図 5-2. 抵抗値の基本確度係数

L + Q の確度

L の確度 = $\pm [A \times K_i \times K_v + (K_h + K_l) \times 100]$ %

A = グラフから求めたインダクタンスの基本確度係数。Q < 10 の場合、基本確度係数に (1 + 1/Q) を乗じます。本器が定電圧 (CV) モードの場合、基本確度係数を 2 倍します。

K_i = 積分時係数 (下記の K_iの表を参照してください)

K_v = 電圧の誤差係数 (下記の K_vの表を参照してください)

K_h、K_l = 上限、下限の誤差項 (下記の K_hと K_lの表を参照してください)

Q の確度 = $\pm [(A_l / 100) \times (1 + Q^2)]$

A_l = 抵抗値測定の確度 (上記)

Q の確度は絶対値で指定し、パーセンテージでは指定しません。

Ki の表

測定レート	測定周波数	Zm	Ki
SLOW、MEDIUM	全周波数		1
FAST	100 Hz〜1 kHz	$6.25\ \Omega < Z_m < 400\ k\Omega$	3
FAST	それ以外の周波数		2

$Z_m = 2\pi fL$ =試料のインピーダンス

K_vの表

出力電圧 (Vrms)	Kv
1.0〜0.55	1 / Vout
0.5〜0.3	0.5 / Vout
0.25〜0.15	0.25 / Vout
0.10	0.11/Vout

一次ドライブ電圧が 1.0 Vrms、0.5 Vrms、または 0.25 Vrms の場合、K_vは 1 に等しくなります。

K_hと K_lの表

測定周波数	Kl	Kh
100,120 Hz	$(1\ \mu H / L_m)$	$(L_m / 2.6\ MH)$
1 kHz	$(0.1\ \mu H / L_m)$	$(L_m / 260\ kH)$
10 kHz	$(0.02\ \mu H / L_m)$	$(L_m / 10\ kH)$

L_m =試料の抵抗値

インダクタンスが 15.9/f H を超える場合は K_lを、159./f kH を下回る場合は抵抗値に対する K_hを無視できます。ここで f は出力周波数です。

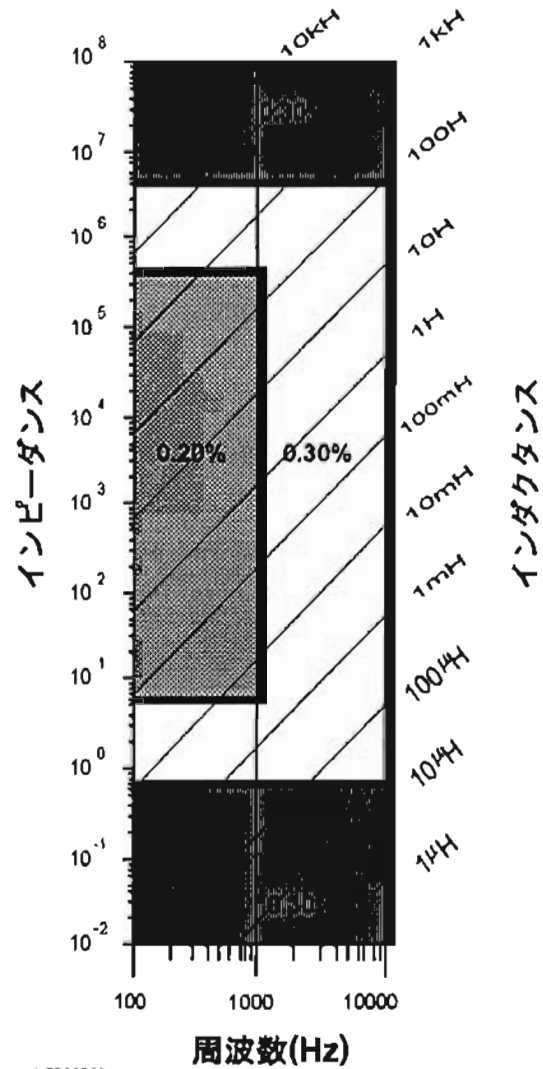



図 5-3. インダクタンスの基本確度係数

C + D の確度

C の確度 = ± [A × K_i × K_v + (K_h + K_l) × 100] %

A = グラフから求めたインダクタンスの基本確度係数。D > 0.1 の場合、基本確度係数に (1 + D) を乗じます。本器が定電圧 (CV) モードの場合、基本確度係数を 2 倍します。
K_i = 積分時係数 (下記の K_iの表を参照してください)
K_v = 電圧の誤差係数 (下記の K_vの表を参照してください)
K_h、K_l = 上限、下限の誤差項 (下記の K_hと K_lの表を参照してください)

D の確度 = ± [A_c / 100]

A_c = 抵抗値測定の確度 (上記)

D の確度は絶対値で指定し、パーセンテージでは指定しません。

Kiの表

測定レート	測定周波数	Zm	Ki
SLOW、MEDIUM	全周波数		1
FAST	100 Hz-1 kHz	6.25 Ω<Z_m<400 kΩ	3
FAST	それ以外の周波数		2

Z_m = 1/2πfC = 試料のインピーダンス

K_vの表

出力電圧 (Vrms)	Kv
1.0〜0.55	1 / Vout
0.5〜0.3	0.5 / Vout
0.25〜0.15	0.25 / Vout
0.10	0.11/Vout

一次ドライブ電圧が 1.0 Vrms、0.5 Vrms、または 0.25 Vrms の場合、K_vは 1 に等しくなります。

K_hと K_lの表

測定周波数	Kl	Kh
100,120 Hz	(2 pF / C_m)	(C_m / 1600mF)
1 kHz	(0.1 pF / C_m)	(C_m / 160 mF)
10 kHz	(0.01 pF / C_m)	(C_m / 16 mF)

C_m =試料の抵抗値

キャパシタンスが 1590/f μF を下回る場合は K_lを、キャパシタンスが 159./f kH を超える場合は K_hを無視できます。ここで f は出力周波数です。

キャパシタンスの基準確度係数

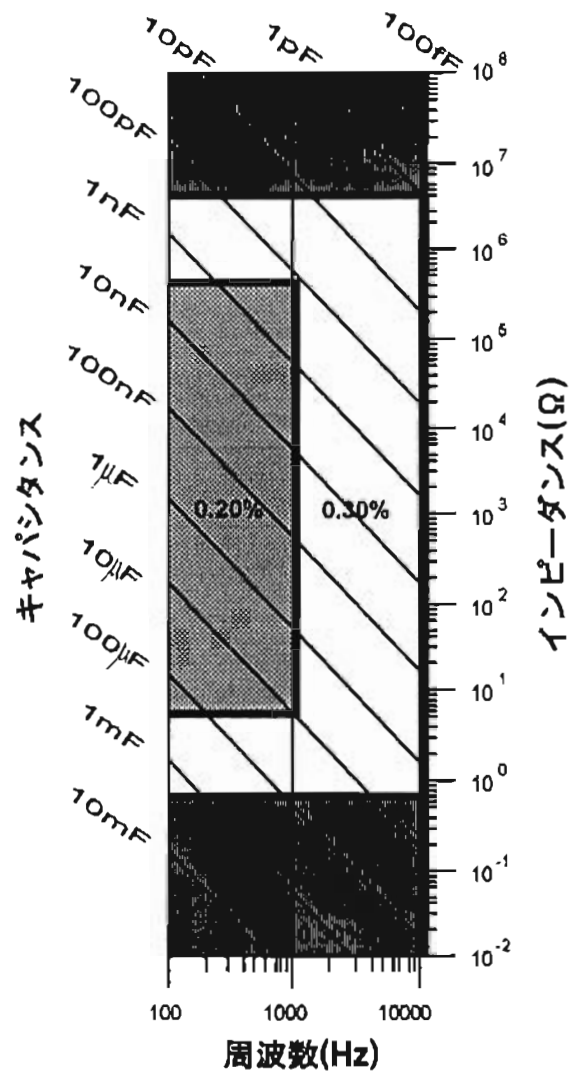



図 5-4. キャパシタンスの基本確度係数

5.確度

C + R の確度

C の確度 = $\pm [A \times K_i \times K_v + (K_h + K_l) \times 100]$ %

A = 図 5-4 のグラフから求めたキャパシタンスの基本確度係数。本器が定電圧 (CV) モードであるか、内部または外部のバイアス電圧が低い場合、基本確度係数を 2 倍します。
K_i = 積分時係数 (下記の K_iの表を参照してください)
K_v = 電圧の誤差係数 (下記の K_vの表を参照してください)
K_h、K_l = 上限、下限の誤差項 (下記の K_h と K_lの表を参照してください)

D の確度 = $\pm [A_c \times (1+1/|D|)]$%

A_c = キャパシタンス測定の確度 (上記)
$D = R/(2\pi fC)$

D の値が小さい場合、抵抗値が負の値を取る場合があります。これは、抵抗値の確度は R ではなく C の大きさによって決まるためです。

D > 0.1 の場合、まずインピーダンスの確度を計算する必要があります。このためには、直列または並列のどちらか適したモデルでリアクタンス成分とキャパシタンス成分を加算しておき、試料のインピーダンスを計算します。「インピーダンスの確度」のグラフと等式を使用して、インピーダンスの確度を求めます。C と R の確度は、下記のようにしてインピーダンスの確度から計算します。

C の確度 = $\pm [Zac \times (1 + |D|)]$ %
R の確度 = $\pm [Zac \times (1 + 1/|D|)]$ %

ここで Zac は、インピーダンスの確度です。

本器が定電圧 (CV) モードの場合や、内部または外部のバイアス電圧が低い場合、Z の基本確度を 2 倍します。

Ki の表

測定レート	測定周波数	Zm	Ki
SLOW、MEDIUM	全周波数		1
FAST	100 Hz～1 kHz	$6.25\ \Omega < Z_m < 400\ k\Omega$	3
FAST	それ以外の周波数		2

$Z_m = 1/2\pi fC$ = 試料のインピーダンス

Kv の表

出力電圧 (Vrms)	Kv
1.0～0.55	1 / Vout
0.5～0.3	0.5 / Vout
0.25～0.15	0.25 / Vout
0.10	0.11/Vout

一次ドライブ電圧が 1.0 Vrms、0.5 Vrms、または 0.25 Vrms の場合、K_vは 1 に等しくなります。

K_hとK_lの表

測定周波数	Kl	Kh
100,120 Hz	(2 pF / C_m)	(C_m / 2000mF)
1 kHz	(0.1 pF / C_m)	(C_m / 200 mF)
10 kHz	(0.01 pF / C_m)	(C_m / 10 mF)

C_m = 試料の抵抗値

キャパシタンスが 1590/f μF を下回る場合は K_lを、キャパシタンスが 159/f μF を超える場合は K_hを無視できます。ここで f は出力周波数です。

適切な範囲外でレンジ・ホールドした場合の確度

公称範囲外で(レンジ・ホールドして)部品を測定すると、測定確度は低下します。公称範囲は、下記の公称インピーダンス値の約4倍として定義されています。

範囲	公称インピーダンスの範囲
R3	6.25 Ω～100 Ω
R2	100 Ω～1.6 kΩ
R1	1.6 kΩ～25.6 kΩ
R0	25.6 kΩ～400 kΩ

部品をオートレンジ・モードで測定すると、周波数ごとに上限項と下限項(K_h、K_l)が1組だけあります。レンジ・ホールドで部品を測定すると、範囲によってK_hとK_lの値が異なります。R、L、C、Zに対する値の一覧を以下に示します

インピーダンス　$K_l = Z_l / Z_m$　$K_h = Z_h / Z_m$　ここでZ_mは試料のインピーダンスです。Z_lおよびZ_hは下記のとおりです。

抵抗値　$K_l = R_l / R_m$　$K_h = R_h / R_m$　ここでR_mは試料の抵抗値です。R_lおよびR_hは下記のとおりです。

測定周波数	Z_l, R_l				Z_h, R_h			
	R3	R2	R1	R0	R3	R2	R1	R0
100,120,1k Hz	1 mΩ	0.02 Ω	.2 Ω	4 Ω	400 kΩ	6.5 MΩ	100 MΩ	2 GΩ
10 kHz	1 mΩ	0.02 Ω	.2 Ω	6 Ω	400 kΩ	6.5 MΩ	100 MΩ	1.5 GΩ

インダクタンス　$K_l = L_l / L_m$　$K_h = L_h / L_m$　ここでL_mは試料のインダクタンスです。L_lおよびL_hは下記のとおりです。

測定周波数	L_l				L_h			
	R3	R2	R1	R0	R3	R2	R1	R0
100,120 Hz	1 μH	20 μH	300 μH	5 mH	630 H	10kH	160 kH	2.6 MH
1 kHz	.1 μH	2 μH	30 μH	500 μH	63 H	1 kH	16 kH	.26 MH
10 kHz	.02 μH	.32 μH	5 μH	50 μH	6.3 H	100 H	1 kH	10 kH

キャパシタンス　$K_l = C_l / C_m$　$K_h = C_h / C_m$　ここでC_mは試料のインダクタンスです。C_lおよびC_hは下記のとおりです。

測定周波数	C_l				C_h			
	R3	R2	R1	R0	R3	R2	R1	R0
100,120 Hz	4 nF	240 pF	16 pF	2 pF	1600 mF	80 mF	6.7 mF	400 μF
1 kHz	400 pF	24 pF	1.6 pF	.1 pf	160 mF	8 mF	670 μF	40 μF
10 kHz	40 pF	2.4 pF	.16 pF	.01pF	16 mF	800 μF	40 μF	2.6 μF

6

リモート・プログラミング

はじめに

HP E4925A は、RS232 インタフェースまたは HP-IB(IEEE−488) インタフェースのどちらかを経由して、あらかじめプログラムしておいた動作を実行させることができます。HP E4925A の両インタフェースは同時にアクティブになるため、どちらか一方のインタフェースをサポートするコンピュータであれば、HP E4925A のリモート・プログラミングに使用できます。HP E4925A はどちらのインタフェースを経由した場合でもコマンドに応答し、戻り値をコマンドを発信したインタフェースに返します。リモート・プログラミングにより、フロント・パネルとリア・パネルの (電源を除く) すべての機能を制御することができます。

HP-IB を使った通信

HP E4925A は、IEEE−488.1(1978) インタフェース規格をサポートしています。また、IEEE−488.2(1987) 規格に必要なコモン・コマンドもサポートしています。HP-IB インタフェース経由で HP E4925A と通信するには、あらかじめ HP E4925A の装置アドレスを設定しておかなければなりません。リア・パネルのスイッチ (SW2) でこのアドレスを設定します。スイッチ A0〜A4 でアドレスのバイナリ値を設定して、アドレスを 0〜30 に設定できます。各スイッチの値は 0(下向き) と 1(上向き) のどちらかです。次の式でアドレスを設定します。アドレス = A0 + 2×A1 + 4×A2 + 8×A3 + 16×A4

RS232 を使った通信

HP E4925A は DCE(転送: ピン 3、受信: ピン 2) として構成されており、CTS/DTR ハードウェア・ハンドシェークをサポートしています。CTS 信号 (ピン 5) は、HP E4925A で準備が完了したことを示す出力です。一方 DTR 信号 (ピン 20) は、HP E4925A の送信制御に使用する入力です。必要であれば、ハンドシェーク・ピンを無視して、簡単な 3 線式のインタフェース (ピン 2、ピン 3、ピン 7) を使用することもできます。HP E4925A と通信するには、あらかじめ RS232 の特性を設定しておくことが必要となります。RS232 インタフェースは、リア・パネルのスイッチ (SW1) を使用して構成します。最初の 3 つのスイッチで、ボー・レートを 300 baud(ボー)、600 baud、1200 baud、2400 baud、4800 baud、9600 baud のいずれかに設定します。パリティは有効にも無効にもできます。有効にする場合、偶数パリティと奇数パリティのどちらかに設定できます。またデータ・バイトでのビット長を、7 または 8 に設定できます。

RS232 パラメータ用 SW1 の設定

ビット 0	ビット 1	ビット 2	ボー・レート
0	0	0	300
1	0	0	600
0	1	0	1200
1	1	0	2400
0	0	1	4800
1	0	1	9600
0	1	1	19.2 k

ビット 3	1	パリティ・オン
	0	パリティ・オフ
ビット 4	1	偶数パリティ
	0	奇数パリティ
ビット 5	1	8 データ・ビット
	0	7 データ・ビット

注記: バイナリ・データ出力フォーマットを使用する場合、HP E4925A を 8 データ・ビットに設定しなければなりません。

フロント・パネルの LED

プログラミングに役立つよう、HP E4925A のフロント・パネルには 3 つのステータス LED があります。どちらかのインタフェース経由で文字を送受信すると、ACT LED が点滅します。コマンドが無効な場合やパラメータが範囲外の場合など、エラーが検出されると ERR LED が点滅します。HP E4925A がリモート状態の場合 (フロント・パネルがロックされている場合)、REM LED が点灯します。

コマンドの構文

HP E4925A との通信には、ASCII 文字を使用します。コマンドは、大文字と小文字のどちらでも良く、また空白文字を任意の数だけ含むことができます。HP E4925A へのコマンドは、4 文字のコマンド・ニーモニック、引き数 (必要な場合)、コマンド・ターミネータから構成されます。ターミネータは、RS232 上ではキャリッジ・リターン<cr>とラインフィード<lf>のどちらかで、HP-IB 上ではラインフィード<lf> または EOI です。コマンドのターミネータを受信するまで、コマンドの処理は行われません。HP-IB と RS232 上では、すべてのコマンドの機能は同じです。アスタリスク"*"で始まるコマンドのニーモニックは、IEEE−488.2(1987) で定義されたコモン・コマンドです。これらのコマンドも、RS232 上で同様に機能します。コマンドには 1 つまたは複数のパラメータが必要な場合があります。複数のパラメータは、コンマ","で区切ります。

セミコロン";"で区切ることにより、1 行のコマンド行で複数のコマンドを送信することができます。1 行で複数のコマンドを送信する場合、コマンド行を解析して実行するときに、本器での他の動作の前に行全体が実行されます。この点が、複数の行で個別にコマンドを送信する場合との違いです。

送信するコマンド間にウェイトを入れる必要はありません。HP E4925A には、256 文字の入力バッファがあり、受信した順にコマンドを処理します。バッファがいっぱいになると、HP-IB の場合にはハンドシェークを延期します。RS232 の場合にはハンドシェークの延期を試みます。バッファがオーバーフローすると、バッファはクリアされ、エラーがレポートされます。同様に HP E4925A には、256 文字の出力バッファがあり、ホストコンピュータの受信準備が整うまで、出力を格納できます。出力バッファがいっぱいになると、バッファはクリアされ、エラーがレポートされます。HP-IB の出力バッファは、汎用コマンド Device Clear を使用してクリアできます。

HP E4925A に Query を行うと、特定のパラメータの現在の値を決定できます。コマンド・ニーモニックに疑問符"?"を追加して、Query の対象となるパラメータをコマンドから省略した形式が、Query の形式です。コマンド行で複数の Query を送ると (セミコロンで区切ります)、1 行の応答行に個々の応答がセミコロンで区切られて返されます。Query の応答に伴って HP E4925A が送信するデフォルトの応答ターミネータは、RS232 ではキャリッジ・リターン－ラインフィード<cr><lf>で、HP-IB ではラインフィードと EOI です。バイナリ応答はこの例外で、どちらのインタフェースでも 1 つの<lf>で終了します。コマンドで特に説明した場合を除いて、すべてのコマンドは整数を返します。

コマンド・フォーマットの例

FREQ 2 <lf>	ドライブ周波数を 1000 Hz に設定します (パラメータは 1 つ)。
FREQ? <lf>	ドライブ周波数に対する Query を行います (パラメータが 1 つのコマンドの Query)
BLIM 0,3,1000<lf>	ピン 3 の上限を 1000Ωに設定します (パラメータは 3 つ)。
BLIM? 0,3<lf>	ピン 3 の上限に対する Query を行います (パラメータが 3 つのコマンドの Query)。
*IDN? <lf>	装置の識別子に対する Query を行います (パラメータのない Query)。
*TRG <lf>	測定をトリガします (パラメータなし)。
FREQ 1 ;FREQ? <lf>	周波数を 120Hz(1) に設定してから、周波数に対する Query を行います。

プログラミング・エラー

HP E4925A では、コマンドの実行中に生じる 2 種類のエラー (コマンド・エラーとランタイム・エラー) をレポートします。コマンド・エラーは、コマンド構文でのエラーです。例えば認識されないコマンド、不正な Query、ターミネータの欠如、数値以外の引き数などがこれにあたります。ランタイム・エラーは、構文的に正しいコマンドの実行中に生じるエラーです。例えば、範囲外のパラメータや特定の動作モードで不正なコマンドは、ランタイム・エラーに分類されます。

NO COMMAND ビット

NO COMMAND ビットは、シリアル・ポール・レジスタ内のビットです。このビットは、入力キューに実行待ちのコマンドがないことを示します。入力キューで完全にコマンドを受信すると、このビットはリセットされ、キューのすべてのコマンドが実行されると設定されます。このビットは、HP E4925A に送信したすべてのコマンドの実行が完了したと判断する場合に役立ちます。測定の実行や自動補正などの一部のコマンドでは、実行に非常に時間がかかり、完了した時点を判断できません。このような場合に NO COMMAND ビットは非常に有効です。NO COMMAND ビットは、HP-IB シリアル・ポーリングを行ってコマンドを実行する間に、読み取ることができます。RS232 経由では、このビットを読み取ることはできません。*STB? Query を使用してこのビットを読み出すと、常に値 0 が返されるということに注意してください。これは、コマンド実行中の応答、つまり*STB?コマンド自体への応答が常に返されるためです。

コマンドの詳細な一覧

各コマンド・シーケンス中の4文字のニーモニックがコマンドです。シーケンスの残りの部分は、パラメータから構成されます。複数のパラメータはコンマで区切られます。{} 内のパラメータはオプションであるか、Query の対象にできます。{} 内にないパラメータは、必ず指定する必要があります。Query 可能なコマンドでは、ニーモニックに続けて疑問符を括弧で囲んでいます (?)。ニーモニックの後に?のあるコマンドのみが Query を実行できます。?のないコマンドは Query を実行できません。( ) や { } をコマンドの一部として送信しないようにしてください。

すべての変数は、整数フォーマット、浮動小数点フォーマット、指数フォーマットで表現できます (数字の5であれば、5、5.0、5E1のいずれかです)。変数 i と j は、通常は整数値で、変数 x は実数を表します。

測定の設定コマンド

$STL(?) {i}	$STL コマンドは、HP E4925A の整定時間を i ミリ秒に設定します。ここで i は 2〜99 です。$STL? Query は、整定時間を返します。
AVGM(?) {i}	AVGM コマンドは、アベレージングのオフ (i=0) とオン (i=1) を設定します。AVGM? Query は、アベレージング・ステータスを返します。
BIAS(?) {i}	BIAS コマンドは、HP E4925A の DC バイアスをオフ (i=0)、内部バイアス (i=1)、外部バイアス (i=2) のいずれかに設定します。HP E4925A がキャパシタンス・モード (C+D または C+R) に設定されていない場合、このコマンドはエラーを返します。BIAS? Query は、現在のバイアス・ステータスを返します。
CIRC(?) {i}	CIRC コマンドは、HP E4925A の等価回路を直列 (i=0) または並列 (i=1) に設定します。CIRC? Query は、等価回路の設定状況を返します。
CONV(?) {i}	CONV コマンドは、定電圧をオフ (i=0) またはオン (i=1) に設定します。CONV? Query は、定電圧の設定状況を返します。
FREQ(?) {i}	FREQ コマンドは、ドライブ周波数を 100 Hz(i=0)、120 Hz(i=1)、1 kHz(i=2)、10 kHz(i=3) のいずれかに設定します。FREQ? Query は、ドライブ周波数を返します。
MMOD(?) {i}	MMOD コマンドは、測定モードを連続 (i=0) またはトリガ (i=1) に設定します。MMOD? Query は、測定モードの設定状況を返します。
NAVG(?) {i}	NAVG コマンドは、アベレージングが有効な場合に平均を求める測定回数を設定します (AVGM コマンドを参照)。i は 2〜10 です。NAVG? Query は、平均を求める回数を返します。
PMOD(?) {i}	PMOD コマンドは、パラメータ・モードを Auto(i=0)、R+Q(i=1)、L+Q(i=2)、C+D(i=3)、C+R(i=4) のいずれかに設定します。PMOD? Query は、現在のパラメータ・モードを返します。Auto パラメータ・モードでは、相対測定と選別はできないということに注意してください。
RATE(?) {i}	測定レートを FAST(i=0)、MEDIUM(i=1)、SLOW(i=2) のいずれかに設定します。RATE? Query は、測定レートの設定状況を返します。

RNGE(?) {i}

RNGE コマンドは、測定範囲を 100 kΩ(i=0)、6.4 kΩ(i=1)、400 Ω(i=2)、25 Ω(i=3) のいずれかに設定します。このコマンドによって、レンジ・ホールドが自動的に有効になります (RNGH コマンドを参照)。RNGE? Query は、測定範囲を返します。

RNGH(?) {i}

RNGH コマンドは、レンジ・ホールドを無効 (i=0) または有効 (i=1) にします。レンジ・ホールドが無効な場合、HP E4925A はオートレンジ・モードです。RNGH? Query は、レンジ・ホールドのステータスを返します。

VOLT(?) {x}

VOLT コマンドは、ドライブ電圧を xV に設定します。xの範囲は、0.1 V〜1.0 V で、分解能は 0.05 V です。VOLT? Query は、ドライブ電圧を返します。

測定の制御コマンド

PREL(?) {x}

PREL コマンドは、偏差測定と偏差率測定の相対パラメータ値を xに設定します。HP E4925A が AUTO パラメータ・モードに設定されている場合、このコマンドはエラーを返します。xの単位は、R+Q モードの場合Ωで、L+Q モードの場合 H(ヘンリー) です。C+D モードと C+R モードの場合、F(ファラッド) です。PREL? Query は、現在の公称値を返します。

STRT

STRT コマンドで、測定を開始します。すでに測定中の場合、このコマンドは無視されます。

STOP

STOP コマンドで、現在の測定を停止します。

***TRG**

*TRG IEEE コモン・コマンドの機能は、STRT コマンドと同じです。

測定結果を返すコマンド

下記のコマンドは、HP E4925A 測定の結果を返します。結果は、ASCII フォーマットとバイナリ・フォーマットのどちらかで返されます。測定ステータス情報は、返される場合も返されない場合もあります。

OUTF(?) {i}

OUTF コマンドは、xコマンドのフォーマットを詳細 ASCII(i=0)、簡略 ASCII(i=1)、詳細バイナリ (i=2)、簡略バイナリ (i=3) のいずれかに設定します。詳細フォーマットは、測定値とステータス情報の両方を返します。簡略フォーマットは、測定値のみを返します。フォーマットの詳細を下記に示します。OUTF? Query は、現在の出力フォーマットを返します。

詳細 ASCII

このフォーマットは、ステータスと測定データの両方を ASCII 文字列で返します。バイトの順序と意味を下記に示します。

バイト	文字	意味
1	ステータス	最初のバイトは、測定ステータスです。最初の文字は、下記のいずれかです。
	G	測定に成功しました。エラーはありません。
	I	測定が無効か未完了です。あるいは A/D コンバータのエラーです。
	L	測定のオーバーロードです。
	U	アンダーレンジです。この測定範囲での測定値は、公称範囲を下回っています。
	O	オーバーレンジです。この測定範囲での測定値は、公称値を超えています。
	R	範囲外です。値がこの範囲での HP E4925A の測定限度を超えています。

バイト	文字	意味
2	0,1,2,3	測定を行った範囲です。
3	R,L,C	主値に対する Query を行う場合、主パラメータ・タイプです。
	Q,D,R	従値に対する Query を行う場合、従パラメータ・タイプです。
4–N	値	測定値は指数表記です。測定が無効な場合やオーバーロードされた場合、あるいは範囲外の場合、9.9999E20 が返されます。値の単位は、R(抵抗) の場合Ω(オーム)、L(インダクタ) の場合 H(ヘンリー)、C(キャパシタ) の場合 F(ファラッド) です。偏差率の場合パーセントです。

文字列 "G2R1.234E–6"は、詳細 ASCII 応答の例です。

簡略 ASCII　このフォーマットは、詳細 ASCII の説明での測定値のみを返します。文字列 "1.234E–6"は、簡略 ASCII 応答の例です。

詳細バイナリ　このフォーマットは、ステータスと測定値の両方を 8 ビット・バイナリ・バイトのシーケンスとして表します。返されるバイトの詳細は、下記のとおりです。

バイト	値	意味
1,2	'#0'	ASCII 値#と0(23h と 30h) は、IEEE バイナリ・ブロック・データ出力を示すヘッダ情報です。
3	ステータス	エンコードされたステータス・バイトです。ビットの値は下記のとおりです。
	××××0000	測定に成功しました。エラーはありません。
	××××0001	測定が無効か未完了です。あるいは A/D コンバータのエラーです。
	××××0010	測定のオーバーロードです。
	××××0100	アンダーレンジです。この測定範囲での測定値は、公称範囲を下回っています。
	××××1000	オーバーレンジです。この測定範囲での測定値は、公称範囲を超えています。
	××××1111	範囲外です。値がこの範囲での HP E4925A の測定限度を超えています。
	××00××××	R+Q
	××01××××	L+Q
	××10××××	C+D
	××11××××	C+R
	00××××××	範囲 0
	01××××××	範囲 1
	10××××××	範囲 2
	11××××××	範囲 3
4−7	値	測定値は、4 バイト (32 ビット) の IEEE 規格の単精度浮動小数点フォーマットで返されます。値は最下位バイトから送信されます (PC フォーマットと同じ)。測定が無効、オーバーロード、あるいは範囲外の場合、値 9.9999E20 が返されます。
8	ライン フィード	ラインフィード (10h) は、結果のターミネータです (HP-IB では EOI と一緒に送信されます)。

簡略バイナリ　ステータス・バイト (バイト 3) が送信されないことを除いて、詳細バイナリと同じフォーマットです。

注記

RS232 インタフェースでバイナリ・データ出力フォーマットを使用するには、HP E4925A を 8 データ・ビットに設定しなければなりません。

XALL?

XALL? Query は、主パラメータの値、従パラメータの値、ビン番号の値を返します。3 つの値は、OUTF コマンドで設定したフォーマットで返されます。ASCII フォーマットの場合、3 つの応答はコンマで区切られます。バイナリ・フォーマットの場合、応答の区切り記号はありません。必要なすべてのステータス情報は主パラメータと従パラメータを使って送られるので、任意のフォーマットのビン番号で送られるステータス情報はありません。ビン番号

は、バイナリ・フォーマットの単独バイトの2進整数です(32ビットの浮動小数点数ではありません)。

XBIN? XBIN? Query は、現在の測定のビン番号を返します。選別がアクティブでない場合や、測定が無効な場合、値99が返されます。バイナリ・フォーマットでは、ビン番号の値は単一バイトの2進整数として返されます(32ビットの浮動小数点数ではありません)。

XDLT? XDLT? Query は、主パラメータと相対値との間の偏差を返します(PREL コマンドを参照)。相対値がゼロの場合や、パラメータ・モードが AUTO に設定されている場合、エラーが生じます。OUTF コマンドで設定したフォーマットで値が返されます。

XMAJ? XMAJ? Query は、主パラメータの値を返します。値は、OUTF コマンドで設定したフォーマットで返されます。

XMIN? XMIN? Query は、従パラメータの値を返します。値は、OUTF コマンドで設定したフォーマットで返されます。

XPCT? XPCT? Query は、主パラメータと公称値との間の偏差率を返します(PREL コマンドを参照)。公称値がゼロの場合や、パラメータが AUTO に設定されている場合、エラーが生じます。OUTF コマンドで設定したフォーマットで値が返されます。

選別のコマンド

BCLR BCLR コマンドは、すべてのビンの公称値とリミットをクリアします。また BCLR コマンドは、選別も無効にします。

BING(?) {i} BING コマンドは、選別を無効(i=0)または有効(i=1)にします。オープンされているビンがない場合や、HP E4925A が AUTO パラメータ・モードの場合、エラーが生じます。

BLIM(?) i,j{,x} BLIM コマンドは、HP E4925A のビン・リミットを設定します。i = 0 の場合、ビン j の上限を x %に設定します。i = 1 の場合、ビン j の下限を x %に設定します。j の範囲は、0〜7です。下限の前にビンの上限を設定しなければなりません。また、下限は上限以下でなければなりません。下限を設定しない場合、HP E4925A では上限にマイナス符号をつけて負にしたものを下限として使用します(ビンは公称値を中心に対称です)。BLIM? i,j Query は、ビン j の上限(i=0)または下限(i=1)を返します。

BNOM(?) i{,x} BNOM コマンドは、ビン i の公称値を x に設定します。i の範囲は0〜8です(ビン8は QDR 不合格ビンです)。ビンに公称値が設定されていない場合、HP E4925A は次に若い番号のビンからの公称値を使用します(各ビンに値を入力せずに、複数のビンで同じ公称値を持つことができます)。最も若い番号のアクティブなビンには、公称値の組がなければいけません。選別を有効にするには場合、常にビン0が設定されていなければいけません。BNOM? i Query は、ビン i の公称値を返します。

設定と制御のコマンド

***IDN?** *IDN?コモン Query は、HP E4925A の装置構成を返します。このの文字列のフォーマットは、"Hewlett-Packard,E4925A,YYYYY,ZZZ"です。ここで"YYYYY"は、当社で使用する5桁の数です。"ZZZ"は、3桁のファームウェア・リビジョン番号です。

***OPC(?)** *OPC(操作終了)コモン・コマンド/Query を使用して、HP E4925A の測定プロセスにコマンドの実行を同期させます。進行中のすべての測定が終了すると、*OPC コマンドはスタンダード・イベント・ステータス・バイトにビットを設定します。*OPC? Query は、進行中のすべての測定が終了すると、値1を返します。例えばコマンド STRT;*OPC?は、測定を開始して終了すると1を返します。これで制御プログラムから、応答を読み出す準備ができたことがわかります。

***RCL i** *RCL コマンドは、ストアしている設定番号 i をリコールします。ここで i の範囲は、0〜9です。ストアしている設定が損なわれていたり、これまで設定がストアされていなかった場合、ランタイム・エラーが生じます。*RCL0 は、初期設定をリコールします。

***RST** *RST コモン・コマンドは、HP E4925A を初期構成にリセットします。

***SAV i** *SAV コマンドは、現在の装置設定を設定番号 i(1−9) に保存します。

***WAI** *WAI コモン・コマンドは、同期用コマンドです。処理中のすべての測定が完了するまで、コマンドの処理を停止させます。例えば、コマンド STRT;*WAI;XALL?は、測定を開始して、その後のコマンドの処理を測定が完了するまで停止させます。完了したら XALL?コマンドを実行して、測定結果を返します。

ステータス・レポート・コマンド

***CLS**
*CLS コモン・コマンドは、すべてのステータス・レジスタをクリアします。このコマンドはステータス・イネーブル・レジスタには影響しません。

***ESE (?) {i}**
*ESE i コマンドは、スタンダード・イベント・ステータス・バイト・イネーブル・レジスタを 10 進数値 i(0−255) に設定します。*ESE? Query は、ステータス・バイト・イネーブル・レジスタの値 (0−255) を返します。

***ESR? {i}**
*ESR?コマンドは、スタンダード・イベント・ステータス・バイトの値に対する Query を行います。値は 0〜255 の 10 進数として返されます。*ESR? i Query は、ビット i(0−7) の値 (0 または 1) を返します。全体のバイトを読み出すと全体がクリアされます。一方ビット i を読み出すとビット i がクリアされます。

***PSC (?) {i}**
*PSC コモン・コマンドは、パワー・オン・ステータス・クリア・ビットの値を設定します。i = 1 の場合、パワー・オン・ステータス・クリア・ビットが設定され、すべてのステータス・レジスタとイネーブル・レジスタが電源投入時にクリアされます。i = 0 の場合、ビットがクリアされ、ステータス・イネーブル・レジスタは電源遮断時の値を保持します。これによって、電源投入時にサービス要求 (SRQ) を生成できます。

***SRE (?) {i}**
*SRE i コマンドは、シリアル・ポール・イネーブル・レジスタを 10 進数値 i(0−255) に設定します。*SRE? Query は、シリアル・ポール・イネーブル・レジスタの値 (0−255) を返します。

***STB? {i}**
*STB?コマンドは、シリアル・ポール・バイトの値に対する Query を行います。値は 0〜255 の 10 進数として返されます。*STB? I コマンドは、ビット i(0−7) の値 (0 または 1) に対する Query を行います。このバイトを読み出しても、バイトの値には影響しません。

SENA (?) {i}
SENA コマンドは、LCR ステータス・イネーブル・レジスタを 10 進数値 i(0−255) に設定します。SENA? Query は、LCR ステータス・イネーブル・レジスタの値 (0−255) を返します。

STAT? {i}
STAT? Query は、LCR ステータス・バイトの値を読み出します。返される値は、0〜255 の 10 進数です。STAT? i は、ビット i(0−7) の値 (0 または 1) を返します。このレジスタは、読み出すとクリアされます。一方でビット i を読み出すと、ビット i だけがクリアされます。

ハードウェア・テストと補正のコマンド

***CAL? i**

*CAL? i コモン Query は、HP E4925A のセルフ補正ルーチンを起動します。補正が終了すると、補正のステータスが返されます。パラメータ i は、実行する補正を決定します。i = 0 の場合 SHORT 補正を実行し、i = 1 の場合 OPEN 補正を実行します。また i = 2 の場合、標準抵抗補正を実行します。補正ステータスの返す値は、下記のとおりです。

ステータス	意味
0	エラーなし。
1	測定エラー (オーバーロードなど)。
2	SHORT 補正エラー。SHORT 回路のインピーダンスが高すぎます。
3	OPEN 補正エラー。OPEN 回路のインピーダンスが低すぎます。
4	標準抵抗補正エラー。標準抵抗の補正値が範囲外でした。

***TST?**

*TST?コモン Query は、HP E4925A の内部セルフ・テストを実行します。テストが終了すると、テスト・ステータスが返されます。テスト・ステータスの値は、下記のとおりです。

ステータス	意味
0	エラーなし。
1	CPU エラー。CPU に異常があります。
2	コード・エラー。ROM のファームウェアにチェックサム・エラーがあります。
3	システム RAM エラー。システム RAM でメモリ・テストが異常終了しました。
4	補正データ・エラー。補正データが有効ではありません。
5	クロック発生器エラー。ドライブ周波数クロックでテストが異常終了しました。
6	ADC エラー。A/D コンバータまたは乗算器で、 テストが異常終了しました。
7	ドライブ・エラー。正弦波出力の振幅制御で、テストが異常終了しました。
8	インスツゥルメント・アンプ・エラー。入力インスツゥルメント・アンプでテストが異常終了しました。
9	出力エラー。出力インピーダンス・セレクタでテストが異常終了しました。**テストの実行時にフィクスチャに部品が置かれていると、このエラーが生じる場合があります。**

ステータス・バイトの定義

HP E4925A では、シリアル・ポール・バイト、スタンダード・ステータス・バイト、LCR ステータス・バイトの 3 種類のステータス・バイトを使用してステータスをレポートします。

電源投入時に、HP E4925A では、すべてのステータス・イネーブル・レジスタをクリアするか、電源遮断時のレジスタの状態を保持します。どちらを行うかは、SPSC コマンドで設定します。また、電源投入時に SRQ(サービス要求) などが可能です。

シリアル・ポール・ステータス・バイト	ビット	名称	使用法
	0	Ready	HP E4925A で測定の準備ができました。
	1	未使用	
	2	未使用	
	3	LCR	LCR ステータス・レジスタにマスクされないビットが設定されていました。
	4	MAV	HP-IB の出力キューが空ではありません。
	5	ESB	標準ステータス・バイトにマスクされないビットが設定されていました。
	6	RQS/MSS	SRQ(サービス要求) ビットです。
	7	No Command	入力キューに未実行のコマンドはありません。

LCR ビットと ESB ビットは、対応するステータス・レジスタにマスクされないビットが設定されていると、常に設定されます。対応するイネーブル・レジスタ内の対応するビットを 1 に設定すると、ビットはマスクされません。シリアル・ポール・ステータス・ビットは、ビットを設定する条件がクリアされるまではクリアされません。したがって常にこれらのビットは、マスクされないステータス・ビットや有効である (Enabled) ステータス・ビットを簡単に表します。サービス要求 (SRQ) は、シリアル・ポール・レジスタ内にマスクされないビットが設定されていると常に生成されます。SRQ は、まずこのビットが設定されてから生成されるということに注意してください。つまり、任意の条件で生成されるサービス要求は 1 つだけです。したがってイベントのたびに SRQ が必要な場合、イベントとイベントとの間でステータス・ビットをクリアしなければなりません。

例えば、オーバーレンジ条件が生じた場合に常に SRQ を生成するには、LCR ステータス・イネーブル・レジスタ内のビット 4 を設定しなければなりません (SENA 16 コマンド)。オーバーレンジが生じると、LCR ステータス・バイト内のビット 4 が設定されます。LCR ステータス・イネーブル・レジスタ内のビット 4 が設定されるからです。これによって、シリアル・ポール・ステータス・バイト内のビット 3 も設定されます。したがって SRQ を生成するには、シリアル・ポール・イネーブル・レジスタ内のビット 3 を設定しなければなりません (*SRE 8 コマンド)。

スタンダード・イベント・ステータス・バイト	ビット	名称	使用法
	0	OPC	すべての測定の終了時にOPCコマンドによって設定されます。
	1	未使用	
	2	Query Error	出力キューのオーバーフロー(転送待ちの応答が多すぎる)時に設定されます。
	3	未使用	
	4	Execution err	範囲パラメータが範囲外の場合や、不正な動作モードなどの条件によって一部のコマンドが完了しない場合に設定されます。
	5	Command err	コマンドの構文エラーや、承認されないコマンドの場合に設定されます。
	6	URQ	任意のキーを押すと設定されます。
	7	PON	電源の投入によって設定されます。

このステータス・バイトは、IEEE−488.2(1987)で定義され、主に通信インタフェース経由で受信したコマンド内のエラーのレポートに使用されます。このレジスタ内のビットは、いったん設定されると設定されたままです。読み出したり*CLSコマンドを使用するとクリアされます。

LCR ステータス・バイト	ビット	名称	使用法
	0	Math Error	小数点エラー時に設定されます。
	1	A/D Error	A/D変換に失敗した場合に設定されます
	2	Overload	ゲイン・ステージがオーバーロードした場合に設定されます。
	3	Underrange	現在の範囲での測定値が、公称範囲の下限を下回る場合に設定されます。
	4	Overrange	現在の範囲での測定値が、公称範囲上限を上回る場合に設定されます。
	5	Out of Range	現在の範囲では本器が有効な測定を行えない場合に設定されます。
	6	未使用	
	7	mem err	保存した設定が電源投入時に無効になりました。

このレジスタ内のビットは、対応するイベントが生じる設定されます。読み出されたり、*CLSコマンドでクリアされるまで、このステータス・バイトの設定は設定されたままです。

RS232 インタフェースを使った、Windows マシン (PC) での BASIC のプログラム

この例では、Windows マシンのシリアル・ポート COM1:を 9600 baud(ボー) で使用します。プログラムを実行する前に、HP E4925A を 9600 baud、8 ビット、パリティなしに構成します。リア・パネルのスイッチ (SW1) で RS232 を構成します。

```
10 ' Sample program to trigger a measurement and read the results from the LCR
20 '
30 'Open com1 port for 9600 baud, 8 bits, no parity, no handshaking
40 OPEN "com1:9600,n,8,2,cs,ds,cd" AS #1
50 PRINT #1,"   " 'clear out com port
60 '
70 ' reset LCR, set to triggered mode, read C and R, brief ascii data
80 PRINT #1,"*RST;MMOD1;PMOD4;OUTF1"
90 '
100 PRINT "Resistance (ohms)    Capacitance (uF)"
110 PRINT #1,"STRT;*WAI" 'take a reading, wait til finished before proceeding
120 PRINT #1,"XMAJ?"   'capacitance
130 INPUT #1,VAL1$
140 PRINT #1,"XMIN?"   'resistance
150 INPUT #1,VAL2$
160 PRINT "   "VAL2$"   "VAL1$
170 END
```

7

トラブルシューティング

電源を投入しても何も起こらない

リア・パネルの電源モジュールを、本器の設置場所での AC 電源電圧に設定していることを確認します。また正しいヒューズを取り付けていることと、電源ケーブルを電源モジュールに接続していることを確認します。選択した電源電圧は、ヒューズの下の透明な窓から確認できます。

本器を AC レセプタクルに接続して電源を投入すると、本器のファームウェア・バージョン番号とシリアル番号が表示され、続いてセルフ・テストが実行されます。

リセット

本器がキー操作やコマンドに対して応答メッセージを表示しない場合、「コールド・ブート」により問題を解決できる場合があります。本器をリセットするには、まず電源を切ります。次にバックスペース・キー ([←]) を押したまま電源を投入します。この手順により RAM が初期化され、校正設定が EEPROM からリコールされます。

内部ヒューズ

本器の電源を正しく投入しても読み値が不安定な場合や非常に不正確な場合、内部ヒューズが切れている場合があります。内部ヒューズが切れると、セルフ・テストが異常終了する場合もあります (Out Err3)。このヒューズを交換するには、本器のフロント・カバーを取り外す必要があります。まず電源を切って、電源プラグを抜きます。次に本器底面の四隅にある 4 本のねじを取り外します。右側面を上にして本器を置き、金属ベースのプラスチックのカバーをゆっくりスライドさせて外します。カバーはしっかりとはめ込まれているので、フィクスチャとバック・パネルからゆっくりスライドさせて取り外してください。カバーを外すとき、左側は装置から離さないようにし、フロント・パネルのケーブルが損傷しないようにします。内部ヒューズは、本器右側のフィクスチャの近くにあります。ヒューズを外して、切れているかどうかを調べます。外観から判断できない場合もあるので、テスタ等で測定します。切れている場合、2AG 1/4 A(HP パーツ番号 E4925-65403) ヒューズと交換します。フィクスチャとリア・パネルにきちんとはめ込むように注意して、カバーを再度取りつけます。最後に 4 本のねじをしめて、カバーが固定されていることを確認します。

外部バイアス・ヒューズ

外部バイアスの印加時に読み値が不安定な場合や非常に不正確な場合、外部バイアス・ヒューズが切れている場合があります。ヒューズを交換するには、電源を切って電源ケーブルを抜きます。ドライバでヒューズ・フォルダとヒューズをリア・パネルから取り外します。外観から判断できない場合もあるので、テスタ等で測定します。ヒューズが切れている場合、3AG 1/4 A ヒューズと交換します。

ヒューズ・フォルダとヒューズを交換して、装置が正しく動作することを確認します。

エラー・メッセージ

下記の一覧は、HP E4925A で生じるすべてのエラー・メッセージを説明したものです。メッセージは、操作エラー (本器使用時のエラー)、セルフーテスト・エラー、校正エラーに分類されます。メッセージはアルファベット順に並べられています。

操作エラー

下記のエラー・メッセージは、フロント・パネルの通常の操作中に生じます。一般に、不正な操作を警告します。

メッセージ	**意味**
Bias For C	HP E4925A の DC バイアス機能は、キャパシタンスの測定にのみ使用できます。パラメータ・モードを、DC バイアスを使用する C+D と C+R のどちらかに設定します。
Conv Error	A/D 変換が異常に短いか長い場合、このエラーが生じます。継続してエラーが起こる場合、ハードウェアに異常があります。
Float Error	浮動小数点演算ルーチンでエラーが生じました。
Over Load	HP E4925A の入力がオーバーロードしました。試料の交換時や、試料が非常に小さい場合に定ドライブ電圧設定でインピーダンスを測定すると、一時的にこのエラーが生じる場合があります。
Over Range	現在の範囲では、インピーダンスが HP E4925A の測定限界を超えています。レンジ・ホールドがアクティブな場合、さらに上の範囲に変更します。
Range Error	コマンドのパラメータが、そのコマンドの許容範囲外です。
Rcl Error	不揮発性 RAM の内容が損なわれました。ユーザ??補正??と設定が失われた可能性があります。このエラーが頻繁に生じる場合、バッテリをチェックしてください。
Syn Error	コマンドの構文が無効です。正しいコマンドの構文はプログラミングの項を参照してください。

セルフーテスト・エラー

HP E4925A のセルフ・テスト中に、下記のエラーが生じる場合があります。一般に下記のメッセージは、HP E4925A のハードウェアに異常があることを示しています。エラーが繰り返し生じる場合、おそらく本器に電気的な異常があります。メッセージはアルファベット順に並べられています。また、*TST?コマンドで返されるステータス値の一覧も記されています。

メッセージ	ステータス	意味
AD Error	6	A/D コンバータでテストが異常終了しました。テスト測定で 0 V と ±2 Vdc を測定しました。
Bias Error	7	HP E4925A の内部 DC バイアス・ソースでテストが異常終了しました。
Cal Error	4	RAM 校正データの内容が損なわれました。工場設定値が ROM から再びロードされます。このメッセージは、頻繁に起こらない限り問題ではありません。頻繁に起こる場合、バッテリー・バックアップ回路に異常がある場合があります。

メッセージ	ステータス	意味
Code Err XX	2	HP E4925A の ROM のチェックサム・エラーです。XX はチェックサム値です。
CPU Error	1	HP E4925A の CPU に異常が検出されました。
Data Error	3	CPU RAM の読み取り/書き込みテストが異常終了しました。
Det Error	6	矩形波の乗算器が DC 成分除去テストで異常終了しました。
Drv Error i	7	出力ドライブ回路でテストが異常終了しました。i はエラーの位置を示すエラー・コードです。

i	エラー
0	100 Hz のドライブ電圧の異常
1	120 Hz のドライブ電圧の異常
2	1 kHz のドライブ電圧の異常
3	10 kHz のドライブ電圧の異常
5	0.25 V のドライブ電圧アッテネータの異常
6	0.1 V アッテネータの異常

メッセージ	ステータス	意味
Freq Error i	5	周波数クロック発生器でテストが異常終了しました。i はエラーの位置を示すエラー・コードです。

i	エラー
0	100 Hz の異常
1	120 Hz の異常
2	1 kHz の異常
3	10 kHz の異常

メッセージ	ステータス	意味
Gain Error i	8	インスツゥルメント・アンプでゲイン・テストが異常終了しました。i はエラーの位置を示すエラー・コードです。

i	エラー
0	×2 ゲインの異常
1	×4 ゲインの異常
2	×8 ゲインの異常
3	×20 ゲインの異常

メッセージ	ステータス	意味
Out Error i	9	ソース・インピーダンスの選択回路でテストが異常終了しました。テスト中、フィクスチャに部品があるとこのエラーが生じます。i はエラーの位置を示すエラー・コードです。

i	エラー
0	100 kΩ範囲の異常
1	6.4 kΩ 範囲の異常
2	400 Ωの異常
3	25 Ω 範囲の異常

補正エラー

OPEN 補正、SHORT 補正、標準補正の手順で、下記のエラー・メッセージが生じる場合があります。HP E4925A で補正に失敗した場合、手順を再度実行します。繰り返しエラーが生じる場合、ハードウェアの異常です。パラメータ・リミットは固定されており、この上下限値内ですべての単位を容易に補正できるよう設定されています。メッセージはアルファベット順に並べられています。また、*CAL?コマンドの返すステータス値の一覧も記されています。

メッセージ	ステータス	意味
Cal Error 1	1	オーバーロード、A/D 変換エラー、演算エラーのため測定に失敗しました。このエラーは、SHORT、OPEN、標準抵抗の各補正中に生じる場合があります。
Cal Error 2	2	SHORT 補正での測定インピーダンスが大きすぎました。HP E4925A で想定しているインピーダンスの範囲は<50 Ωで、抵抗値は 10 Ω以下です。フィクスチャに挿入されているショート・ブロックのインピーダンスが十分低いことを確認してください。
Cal Error 3	3	OPEN 補正でインピーダンスが測定されました。HP E4925A で想定しているインピーダンスは、すべての周波数と範囲で>10 kΩです。フィクスチャに部品が置かれていないことを確認します。また補正の間、手やその他の物体をフィクスチャから離しておきます。
Cal Error 4	4	標準抵抗補正エラーです。HP E4925A では、標準抵抗補正によって内部抵抗が±3%を超えて変動しないものと想定しています。補正する範囲の正しい補正抵抗がフィクスチャ内にあることを確認してください。

HP-IB の問題

まず、HP-IB インタフェースがインストールされていることを確認します。また、HP E4925A の HP-IB アドレスを、制御コンピュータが想定しているアドレスと一致するように設定しなければなりません。HP-IB アドレスの初期設定値は 17 です。HP E4925A のプログラムを作成する場合は、このアドレスを使用するようにしてください。リア・パネルのスイッチ (SW2) を使用して 0〜30 までのアドレスを設定できます。

HP-IB で Remote Enable(REN) がアクティブな場合、HP E4925A はフロント・パネルのキーパッドを無視します。REM LED でこの"REMOTE"ステータスを示します。LOCAL 操作に戻るには (つまりフロント・パネルを有効にするには)、バックスペースを押します。制御プログラムで Local−Lockout(LLO) ステータスをアクティブにして、LOCAL 操作に戻る機能を禁止できます。

ラインフィード文字は、HP E4925A からの文字列を終わらせるために End or Identify(EOI: 終端または識別文字) とともに送信されます。HP-IB コントローラがこのシーケンスを受け入れるよう構成されていることを確認してください。

RS-232 の問題

RS−232 のボー・レート、パリティ、ワード長が、制御コンピュータで想定しているものと一致するように設定されていることを確認

してください。初期設定は、1200 baud(ボー)、パリティなし、8 ビット・データです。HP E4925A は、常に 2 ストップ・ビットを送信します。また、1 ストップ・ビットまたは 2 ストップ・ビットとともに送信されたデータを正しく受信します。

PC に接続する場合、標準的な PC のシリアル・ケーブルを使用します。ヌルモデム・ケーブルは使用しないでください。HP E4925A は、DCE デバイスです。したがって、DTE デバイスにはストレート・ケーブルで接続する必要があります。ケーブルは、最低でもピン 2、ピン 3、ピン 7 が接続されています。ハードウェア・ハンドシェークを行う場合、ピン 5 とピン 20(CTS と DTR) を接続してください。ピン 6 とピン 8(DSR と CD) が必要な場合もあります。HP E4925A では、常にこれらのラインはアクティブです。

マニュアル・チェンジ

はじめに

この取扱説明書の印刷以前に製造された HP E4925A に、この取扱説明書を適合させるための変更情報が記載されています。この取扱説明書の記載事項は、HP E4925A のシリアル番号が、内表紙に記載された番号に該当している場合にそのまま適合できます。

マニュアル・チェンジ

表 A-1 と表 A-2 を参照し、お手元の HP E4925A のシリアル番号またはファームウェアのバージョンに対応する表中の変更情報に従って、この取扱説明書を変更してください。

この取扱説明書の印刷以後に製造された HP E4925A についても、この取扱説明書が適合しない場合があります。この場合の変更情報は、黄色のマニュアル・チェンジとして、製品出荷時に付属する取扱説明書に添付されます。

お手元の HP E4925A のシリアル番号およびバージョンが、この取扱説明書の内表紙の記載に該当せず、しかも表 A-1、表 A-2 にも該当しない場合には、その変更情報が記載された黄色のマニュアル・チェンジに従って、変更してください。

黄色のマニュアル・チェンジには、変更情報の他にマニュアルの訂正も記載されています。本書を内容をできるだけ正しくするため、定期的に最新のマニュアル・チェンジを請求されることをおすすめします。

シリアル番号が内表紙、マニュアル・チェンジのどちらにも該当しない場合は、最寄りの HP セールス・オフィスにご連絡ください。

バージョンを確認する場合は、電源を投入するか、または外部コントローラより*IDN?コマンドを実行します。*IDN?コマンドについての説明は『プログラミング解説書』を参照してください。

表 A-1. シリアル番号と変更点

シリアル番号	変更点

表 A-2. ROM バージョンと変更点

バージョン番号	変更点

シリアル番号について

測定器のシリアル番号はシリアル番号プレートに刻印されています。図 A-1 に示すシリアル番号プレートは、測定器のリア・パネルに取り付けてあります。

図 **A-1.** シリアル番号プレート

索引

日本ヒューレット・パッカード株式会社

本社
〒168 東京都杉並区高井戸東3丁目29番21号

●記載事項は変更になる場合があります。
ご発注の際はご確認ください。